

ROBERTO MONTANHINI NETO

**INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS SOBRE O
DESENVOLVIMENTO DE OSTRAS *Crassostrea* (SACCO, 1897) NA
BAÍA DE GUARATUBA, BRASIL**

**CURITIBA
2011**

ROBERTO MONTANHINI NETO

**INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS SOBRE O
DESENVOLVIMENTO DE OSTRAS *Crassostrea* (SACCO, 1897) NA
BAÍA DE GUARATUBA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós Graduação em Ciências Veterinária da Universidade Federal do Paraná, como exigência parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Ostrensky

**CURITIBA
2011**

Montanhini Neto, Roberto

Influência de variáveis ambientais sobre o desenvolvimento de ostras *Crassostrea* (Sacco, 1897) na Baía de Guaratuba, Brasil / Roberto Montanhini Neto – Curitiba, 2011.

56f.: il.; 29 cm.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Ostrensky
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

1. Maricultura 2. Ostreicultura. 3. Variáveis Ambientais. I. Ostrensky, Antonio. II. UFPR - CPGCV. III. Título.

CDD 594.11

TERMO DE APROVAÇÃO



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada **“INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE OSTRAS *Crassostrea* (SACCO, 1897) NA BAÍA DE GUARATUBA, BRASIL”** apresentada pelo Mestrando **ROBERTO MONTANHINI NETO** declara ante os méritos demonstrados pelo Candidato, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, considerou o candidato Apto para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 22 de agosto de 2011

Professor Dr. Antonio Ostrensky Neto
Presidente/Orientador

Professor Dr. Antonio Felipe P. de Figueiredo Wouk
Membro

Professor Dr. Carlos Eduardo Belz
Membro

RESUMO

A produção ostras nativas é uma atividade geradora de renda, que pode contribuir na conservação dos estuários, diminuindo a pressão sobre os estoques naturais e promovendo uma exploração mais sustentável. O conhecimento das variáveis ambientais, fatores sazonais e a caracterização do desenvolvimento zootécnico e ciclo reprodutivo dos animais são determinantes para o sucesso técnico e econômico do cultivo. Em posse destes parâmetros, é possível compreender a relação desses bivalves com o ambiente e condições de cultivo, possibilitando assim orientar na tomada de decisão de produtores, gestores públicos e pesquisadores, na adequação de suas estruturas produtivas ao ecossistema ao qual estão inseridos. O cultivo de ostras na Baía de Guaratuba, Estado do Paraná, Brasil, ainda é uma atividade mista de extrativismo e maricultura. Para a promoção do desenvolvimento sustentável da atividade nesta região, faz-se necessário o monitoramento das variáveis ambientais, sazonais, genéticas, reprodutivas e zootécnicas. A presente dissertação tem por objetivo apresentar revisão sobre o panorama técnico sobre cultivos de ostras nativas, a relação destes com os aspectos do ambiente. Com base nesse contexto, avaliar a importância desses fatores sobre o cultivo de ostras *Crassostrea* na Baía de Guaratuba. Os dados foram obtidos entre setembro de 2009 e fevereiro de 2011, provenientes de seis distintos grupos de avaliações: parâmetros de qualidade da água; presença de larvas de ostras no plâncton; captação de sementes por meio de coletores artificiais; identificação molecular das sementes e larvas coletadas; avaliação continuada do estágio de maturidade reprodutiva das ostras, e; o desempenho zootécnico alcançado em cultivo experimental. Os resultados numéricos destas avaliações foram tabelados em um banco de dados único, agrupados de acordo com mês das coletas, sendo avaliados por análises de regressão múltipla e multivariadas. Verificou-se que a sazonalidade, temperatura, oxigênio dissolvido e a turbidez da água foram os fatores ambientais que mais interferiram tanto no ciclo reprodutivo, quanto no crescimento dos animais em cultivo. As maiores taxas de captação de sementes foram registradas no verão, período também de pico de maturidade sexual. O crescimento das ostras, em peso de carne, esteve diretamente relacionado ao estágio de desenvolvimento gonadal.

PALAVRAS-CHAVE: ostreicultura; regressão; sazonalidade; sistemas de cultivo

ABSTRACT

The native oyster production is an economic activity able to contribute on the preservation of estuaries, reducing pressure on wild stocks and promotes a sustainable exploitation. Knowledge of the environment variables, seasonal factors and the characterization of livestock development and reproductive cycle are essential for the technical and economic success. Based on these parameters, it is possible to understand the relationship of these bivalves to the environment and rearing conditions, thus enabling guidance for decisions of producers, public administrators and researchers, in adapting their productive facilities to the ecosystem where they are inserted. The oyster production in Guaratuba Bay, Paraná State, Brazil, is a mixed activity of mariculture and extractive. To promote the sustainable development of this activity in this region it is necessary to monitor the environmental, seasonal, genetic, reproductive and technical performance variables. This paper aims to review a technical overview of native oyster's production, their relationship with environment factors. Based on this context, evaluate the importance of these variables on *Crassostrea* oyster production in Guaratuba Bay. Data were collected between September 2009 and February 2011 from six different groups of evaluation: water quality patterns, oyster larvae in plankton, oyster seeds sitting through artificial collectors, molecular identification of collected larvae and seeds, continuous evaluation of reproductive maturity stage of adult oysters and the technical performance achieved in experimental production. The numerical results of these evaluations were tabulated on a single database, grouped by month of collection and were analyzed by multiple regression and multivariate analysis. It was observed that the seasonality, temperature, dissolved oxygen and turbidity were the environmental factors that most interfered on the reproductive cycle and the growth of production oysters. The highest rates of seeds uptake were recorded in the summer, also the same peak season of sexual maturity. The oyster's growth, calculated as meat weight, was directly related to the gonadal development stage.

KEYWORDS: oyster production; regression; seasonality; farming systems

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Tabela I. Efeito sazonal sobre variáveis ambientais, reprodutivas e zootécnicas de ostras <i>Crassostrea</i> na Baía de Guaratuba.....	37
Tabela II. Estatística descritiva das variáveis ambientais na água do estuário da Baía de Guaratuba, entre setembro de 2009 e janeiro de 2011.	38
Tabela III. Coeficientes obtidos da análise de regressão múltipla, envolvendo as variáveis ambientais e índices zootécnicos, com o nível de explicação da dimensão observada.	43
Figura 1. Localização da Baía de Guaratuba e a identificação dos pontos de coleta das amostras e animais.....	34
Figura 2. Proporção de ostras <i>Crassostrea</i> do estuário da Baía de Guaratuba em diferentes estágios de desenvolvimento gonadal, ao longo do ano.	39
Figura 3. Quantificações de larvas no plâncton e de fixação de sementes de ostras <i>Crassostrea</i> da Baía de Guaratuba, apresentados como percentual em relação aos valores mensais máximos observados no período, entre setembro de 2009 e janeiro de 2011.....	40
Figura 4. Variação temporal da proporção de animais em maturidade sexual, presença de larvas no plâncton, fixação de sementes em coletores artificiais e crescimento de carne de ostras <i>Crassostrea</i> da Baía de Guaratuba, de setembro de 2009 a janeiro de 2011.	41
Figura 5. Frequência mensal de identificação de espécies de <i>Crassostrea</i> sp. em sementes fixadas em coletores artificiais na Baía de Guaratuba, de acordo com a fixação no período de setembro de 2009 a janeiro de 2011.....	42

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
REVISÃO.....	2
Introdução	2
Maricultura e ostreicultura no Brasil.....	3
Espécies de ostras cultivadas no Brasil.....	5
Condições ambientais para cultivo de ostras.....	8
Efeito de variáveis ambientais sobre o crescimento	12
Efeito das variáveis ambientais sobre a reprodução.....	15
Considerações finais	16
Referências	16
ARTIGO DE PESQUISA.....	28
Resumo.....	28
Abstract	29
Introdução	30
Material e métodos	32
Resultados	36
Discussão.....	44
Referências	50

INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo de ostras na Baía de Baía de Guaratuba vem despertando um grande interesse, tanto de pescadores e aquicultores, como das instituições de pesquisa e de fomento, até mesmo como uma alternativa à redução dos estoques pesqueiros e à necessidade de geração de renda . Daí a importância do conhecimento da biologia e da ecologia das espécies envolvidas, para que se possa estabelecer uma metodologia de ostreicultura mais adequada às condições locais.

A presente dissertação pretende contribuir com informações técnicas, necessárias à compreensão dos sistemas de cultivo mais adequados à produção de ostras. Também se pretende reunir e produzir conhecimentos científicos sobre o ecossistema estuarino, aportando informações para a elaboração de projetos de desenvolvimento da ostreicultura.

A dissertação foi subdividida em dois capítulos, sendo o primeiro uma revisão bibliográfica sobre as principais espécies cultivadas no Brasil e sua relação com as variáveis ambientais. O segundo capítulo é um trabalho de pesquisa realizado com base em dados provenientes de cultivos de ostras e de estudos relacionados aos bancos naturais e à ecologia larval de ostras na Baía de Guaratuba. Este estudo tem como objetivo identificar as principais fontes ambientais e biológicos de variação e o grau de interferência destas sobre os parâmetros de desempenho zootécnico de ostras. Como objetivos específicos, destacam-se os seguintes itens:

- a) apresentar uma revisão bibliográfica sobre ostreicultura e sua relação com os aspectos ambientais;
- b) determinar e quantificar os principais índices de desenvolvimento produtivo e reprodutivo de ostras na baía de Guaratuba;
- c) caracterizar e avaliar a interferência das variáveis ambientais sobre o desenvolvimento das ostras;
- d) determinar o grau e a significância da interferência destas variáveis ambientais, sobre os índices produtivos e reprodutivos de ostras.

REVISÃO

INTRODUÇÃO

A maricultura, atividade que envolve o cultivo de moluscos, algas, crustáceos e peixes marinhos e estuarinos, tem adquirido importância cada vez maior em diversos países que possuem vasta orla marítima, como na China, Espanha, Nova Zelândia, Chile, Japão, Itália e Brasil (SOUZA-FILHO, 2003). Na maioria destes países, isso se dá pelos baixos custos de produção e pelo fato de proporcionar uma rentabilidade satisfatória.

No Brasil, o cultivo de moluscos bivalves marinhos apresenta grande representatividade, envolvendo principalmente a produção de ostras e mexilhões. Destacam-se como principais estados produtores São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Santa Catarina e Paraná. O país se destaca na produção destes organismos em razão da existência de condições oceanográficas favoráveis ao cultivo, de áreas protegidas, compostas por baías, enseadas e estuários, além de condições favoráveis de qualidade da água que possibilitam o bom desenvolvimento biológico destes bivalves (ARANA, 2004; IBGE, 2007).

Segundo Pugialli (2000), “Ostreicultura” (do latim *ostrea* = ostra + cultura) é a atividade humana em que se cultivam ostras para o consumo humano. A produção de ostras, seja através da sua extração em bancos naturais ou da implantação de estruturas de cultivo, já é uma fonte de renda importante para a economia de comunidades situadas ao longo da costa brasileira (OSTRENSKY *et al.*, 2008). Com frequência, estas comunidades têm relatado um decréscimo acentuado na produtividade pesqueira. Estes, por sua vez, buscam na aquicultura alternativa para geração de alimento e de renda. Futuramente, isso poderá ser importante para esses grupos e para o desenvolvimento da atividade pesqueira nos estuários paranaenses (GIA, 2009).

O momento atual é importante para a definição do futuro da maricultura como atividade econômica no litoral brasileiro. A demanda tem gradativamente aumentado e a oferta vem em constante busca do equilíbrio (FERREIRA, 2006).

Apesar do imenso potencial natural, a estruturação dessa cadeia produtiva acabou ocorrendo de forma muito precária e frágil, o que tem colocado em risco a sustentabilidade técnica, econômica e ambiental dos empreendimentos instalados no país. Pouco foi estudado sobre a influência dos recursos ambientais disponíveis aos cultivos e sobre a maneira com a qual a variabilidade destes recursos afetaria a produtividade (ANDRIGUETTO FILHO e MARCHIORO, 2002).

Um dos grandes desafios da cadeia produtiva da ostreicultura é aumentar a oferta de modo continuado (PORTELLA, 2005). O conhecimento das características fisiológicas e ecológicas da ostra nativa, juntamente com programas de seleção e melhoramento genético eficientes são fatores fundamentais para que isso ocorra. A estruturação da cadeia desta espécie, por sua vez, representaria uma alternativa de renda para pescadores e produtores, além de causar diminuição do impacto ambiental causado pela extração destes organismos do ambiente (BRITO, 2008).

O objetivo da presente revisão é unir informações técnicas e científicas aos conhecimentos sobre sistemas de cultivo de ostras e a relação destes com os aspectos do ambiente. Estes dados, por sua vez, permitirão a adequação de estruturas produtivas ao ecossistema ao qual estão inseridos.

MARICULTURA E OSTREICULTURA NO BRASIL

A maricultura é reconhecida mundialmente pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO/ONU) como uma importante alternativa de geração de emprego, renda e alimento, que tem contribuído para a fixação de comunidades tradicionais em seus locais de origem. O esgotamento dos estoques de recursos pesqueiros, decorrente do excessivo esforço de pesca observado mundialmente, exige que todos os países elaborem políticas de desenvolvimento

sustentável da maricultura, uma vez que essa atividade possui um enorme potencial de contribuição para o desenvolvimento social da zona costeira (FAO-SOFIA, 2002).

A maricultura representa a organização de instituições e sistemas capazes de controlar os recursos ambientais com mais eficácia, garantindo sua sustentabilidade e convivência harmônica com as demais atividades costeiras e aquícolas (CHRISTO, 2006).

A produção de moluscos encontra-se em segundo lugar no ranking dos grupos de organismos cultivados mais importantes no mundo (FAO, 2009), especialmente por envolver baixos custos para sua instalação, utilizar material de fácil obtenção, apresentar facilidade na captação de sementes e proporcionar índices satisfatórios de rentabilidade (BAUTISTA, 1989).

O cultivo de ostras, historicamente, data do início do império romano. Já no Brasil, é uma atividade relativamente recente, tendo sido iniciada em diversas partes do país no início da década de 1970 (WAKAMATSU, 1973). No período de 2000 a 2005, o Brasil obteve um aumento de 77% na produção de ostras, passando de 1.150 toneladas para 2.110 toneladas (IBGE, 2007).

Historicamente, a grande maioria das iniciativas de expansão dos cultivos de ostras no Brasil foi originada a partir de instituições públicas de pesquisa e desenvolvimento sociocultural, com praticamente todo investimento por parte do poder público e uma menor parte com recursos exclusivamente privados. Na maioria delas, não houve real participação das comunidades produtivas envolvidas, ficando a atividade restrita a pesquisas e tentativas de produção em escala experimental (FERREIRA, 2006).

Com exceção de Santa Catarina, o cultivo de ostras no Brasil ainda é uma atividade mista de extrativismo e maricultura, na qual os produtores coletam ostras juvenis nos bancos naturais em manguezais, e as transferem para estruturas de cultivo até que estas atinjam o tamanho comercial. Em alguns casos, as ostras são retiradas dos bancos naturais já com tamanho comercial e são apenas acondicionadas nas estruturas de cultivo para facilitar a comercialização. A

ostreicultura propriamente dita, que envolve a produção de ostras a partir de sementes, ainda é muito pouco praticada e, da forma como esta vem sendo realizada, colabora para a redução dos estoques naturais e não difere muito de uma atividade essencialmente extrativista (GIA, 2009).

A preocupação com o efeito do extrativismo desenfreado sobre as populações de ostras não é recente. Cadernas (1984) relatou uma intensa exploração de bancos naturais de ostras na costa oeste do México. Enquanto Mancera e Mendo (1996) demonstram indícios da exploração irresponsável, com métodos predatórios, de bancos naturais de ostras praticada na Colômbia.

Por outro lado, não se pode conceber o desenvolvimento de projetos de aquicultura em escala familiar que não estejam integrados aos planos de gerenciamento costeiro nacional e estadual e atrelados ao conceito de ecodesenvolvimento, principalmente com a proteção de recursos costeiros e com o saneamento ambiental (VINATEA e VIEIRA, 2005).

ESPÉCIES DE OSTRAS CULTIVADAS NO BRASIL

Ostras do gênero *Crassostrea* são moluscos bivalves pertencentes à família Ostreidae (RIOS, 1994). Habitam águas costeiras rasas, ocorrendo desde a faixa equatorial, entre as latitudes 64 °N e 44 °S, até a faixa de frio moderado (WAKAMATSU, 1973; COSTA, 1985). As espécies deste gênero são consideradas eurialinas e euritérmicas, desovam intermitentemente ao longo do ano e são adaptadas ao ambiente estuarino (GALVÃO *et al.*, 2000; CHRISTO, 2006).

Possuem o corpo envolvido por duas conchas ou valvas articuladas em sua porção dorsal por um ligamento córneo. O corpo é composto por: conchas, músculo adutor, brânquias, manto, sistema digestivo, sistema circulatório e sistema nervoso. Possuem conchas de formato variável, usualmente alongada. A valva inferior ou esquerda é côncava, funda e encaixada sob a articulação (umbo), enquanto que a valva superior ou direita é plana. A cicatriz muscular é deslocada em direção dorso-

lateral. Comparativamente as conchas são espessas, calcárias e frágeis. Habitam, geralmente, zonas de baixa salinidade (ISECMAR, 2007).

No Brasil, destacam-se duas espécies de ostras nativas de interesse zootécnico, *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) e *C. rhizophorae* (Guilding, 1828) (VILANOVA e CHAVES, 1988; GUIMARÃES *et al.*, 2008). Espécies exóticas, como *C. gigas* e *C. virginica*, são cultivadas em regiões específicas do litoral Brasileiro (IGNACIO *et al.*, 2000; MELO *et al.*, 2010).

C. brasiliiana só foi identificada no Brasil a partir da década de 1970 (AKABOSHI e PEREIRA, 1981). Até então a espécie era identificada como *C. rhizophorae*, em função da enorme semelhança morfológica entre elas e ainda por possuírem os mesmos habitat e substrato de fixação. Técnicas de biologia molecular permitiram a identificação e isolamento das espécies em estudos mais modernos (PIE *et al.*, 2006). *C. brasiliiana*, entretanto, apresenta melhor desempenho zootécnico durante o cultivo (PEREIRA *et al.*, 2003).

Adultos de *C. rhizophorae* e *C. brasiliiana* são sésseis e apresentam grande plasticidade na morfologia da concha, dependendo do substrato onde estão fixados o que, de modo geral, acarreta controvérsias na identificação (VARELA *et al.*, 2007; CHRISTO, 2006). Atualmente, pesquisas de diferenciação morfológica, molecular e produtiva dessas espécies vêm sendo desenvolvidas (PIE *et al.*, 2006). Naturais de regiões estuarinas, a primeira é geralmente encontrada em costões rochosos e, também, em raízes de árvores de mangue (*Rhizophora mangle*). São predominantemente presentes no infralitoral, distribuindo-se desde o estado de Santa Catarina ao Pará (IGNÁCIO, 2000).

Absher (1989) observou diferenças nas taxas de crescimento e simpatria nas linhagens de morfologia larval de *Crassostrea*, sugerindo sua distinção em duas espécies (*C. rhizophorae* e *C. brasiliiana*). Alves (2004), utilizando análises morfométricas e citogenéticas, observou que a morfologia de concha, a pigmentação da impressão muscular e a conformação dos tentáculos da borda do manto não forneceram dados suficientes para a diferenciação entre espécies. A citogenética,

por sua vez, confirmou a presença das duas espécies citadas por Absher (1989), porém Alves (2004) questionou a posição que *C. brasiliiana* e *C. rhizophorae* ocupariam na coluna d'água. Para este autor a espécie *C. brasiliiana* habitaria a região entre-marés e *C. rhizophorae* o infralitoral, afirmações que vão de encontro ao descrito por Christo (2006).

Outra espécie de interesse zootécnico no Brasil é a ostra do Pacífico (*C. gigas*). Esta espécie foi introduzida no país por meio de cultivos comerciais e, atualmente, tem se espalhado pelos habitats naturais da América do Sul, levantando preocupações sobre eventuais impactos ambientais desta espécie sobre os ciclos biológicos das espécies naturais de ostras (NIMPIS, 2002; ESCAPA *et al.*, 2004; CHRISTO, 2006; MELO *et al.*, 2009).

Pie *et al.* (2006) diferenciaram as espécies *C. brasiliiana*, *C. rhizophorae* e *C. gigas* pelo método de PCR-RFLP. Posteriormente, Varela *et al.* (2007) estudaram a identificação das espécies, estimando sua distribuição geográfica e estabelecendo as relações filogenéticas das espécies do gênero *Crassostrea*. Segundo estes autores, a análise molecular (RFLP-PCR e o sequenciamento do 16S rRNA) aliado aos dados citológicos revelaram a ocorrência de ostras do mangue (*Crassostrea gasar*, Adanson, 1757) ao longo do oeste da África e da costa atlântica da América do Sul. Os autores sugerem que a sequência do 16S rRNA de *C. brasiliiana* identificadas por Pie *et al.* (2006) seriam idêntica a de *C. gasar* (AJ312937) estudada por Lapègue *et al.* (2002).

Isto indicaria que *C. brasiliiana* e *C. gasar* seriam a mesma espécie. Esta informação traz à tona algumas hipóteses, nas quais a espécie aqui denominada *C. brasiliiana* seria exótica invasora e teria colonizado nosso litoral há muito tempo; que *C. gasar* seja a espécie invasora na costa Africana; ou ainda que, apesar do isolamento geográfico, com a separação dos continentes africano e americano, a espécie manteve suas características genéticas inalteradas.

Segundo Varela *et al.* (2007) o número de espécies de *Crassostrea* e sua distribuição no Brasil ainda não são totalmente conhecidos. No entanto, com o

surgimento de novas ferramentas para a identificação de espécies, como é o caso da biologia molecular, por exemplo, novas informações têm auxiliado na diferenciação desses moluscos.

Outras espécies também são encontradas na costa brasileira e, eventualmente, têm participação em cultivos baseados em recrutamento de larvas do ambiente. Varela *et al.* (2007) analisaram 120 espécimes coletados ao longo da costa brasileira, com o objetivo de identificar as espécies de ostras coletadas. Para identificação por técnicas de biologia molecular os animais estudados foram comparados com dados disponíveis no GenBank (BENSON *et al.*, 2011).

Além das espécies já identificadas e supracitadas, os autores encontraram outras espécies exóticas sem similaridade genética com os genomas conhecidos. López-Flores *et al.* (2010), a partir de caracterização molecular de diferentes espécies de ostras, sugerem que novas estirpes genéticas possam ser geradas por hibridação. Além do mais, Melo *et al.* (2010) questionam a não identificação taxonômica de algumas espécies encontradas na costa brasileira, além da constante introdução de espécies exóticas fixadas em cascos de navios mercantes.

CONDIÇÕES AMBIENTAIS PARA CULTIVO DE OSTRAS

Crassostrea brasiliiana

Habitam águas estuarinas, adaptadas a substratos duros, sendo geralmente encontradas em costões rochosos e em raízes de árvore de mangue, predominantemente no litoral. Frequentemente, são encontradas em fundos lodosos, onde conseguem se desenvolver (LOPES, 2008). São bem adaptadas às zonas costeiras rasas (GALVÃO *et al.*, 2000; CHRISTO, 2006).

Wakamatsu (1973) concluiu que *C. brasiliiana* é capaz de sobreviver em salinidades de 8 a 34 UPS e tem um melhor desempenho na faixa de 15 a 25 UPS, classificando-a como uma espécie eurialina. Observações a campo mostram que a

espécie está bem adaptada a viver em ambientes de grande variação de salinidade, suportando águas com salinidade muito próxima a zero por períodos relativamente curtos de tempo. Porém, em salinidades abaixo de 8 UPS as ostras fecham suas conchas e param de filtrar. Assim, tanto seu crescimento quanto reprodução são afetados pelas salinidades muito baixas (NASCIMENTO e PEREIRA, 2004). A sobrevivência de larvas também pode ser comprometida em salinidades abaixo de 8 UPS (NALESSO *et al.*, 2008). Lemos *et al.* (1994) afirmaram que as larvas sobrevivem e crescem melhor em salinidades entre 25 a 40 UPS. Miranda e Guzinski (1999) concluíram que a melhor salinidade para a produção de sementes em laboratório varia de 25 a 30 UPS.

Segundo Vinatea (1999), a temperatura é um dos principais fatores limitantes numa grande variedade de processos biológicos, desde a velocidade de simples reações químicas até a distribuição ecológica de uma espécie animal. Esta variável desempenha um importante papel sobre os organismos aquáticos, afetando principalmente o crescimento, a taxa de alimentação, o metabolismo, a sobrevivência e a reprodução (CHAPARRO, 1998).

Ostras desta espécie demonstram preferência por águas com temperatura variando de 23 a 31 °C (ANSA e BASHIR, 2007). Não há informações sobre as temperaturas mínimas suportadas pela espécie.

Segundo Gomez *et al.* (1995), para seleção de área adequada para o cultivo de ostra do mangue, a concentração de oxigênio dissolvido deve estar entre 2 e 5 mg/l. Baixos níveis de oxigênio dissolvido são os maiores limitantes em aquicultura. Concentrações críticas de oxigênio podem ser alcançadas depois de maciça mortalidade do fitoplâncton e sua decomposição subsequente. A concentração crítica de oxigênio é de 1,5 mg/l, pois abaixo dela há uma redução drástica no crescimento dos organismos (BOYD e WATTEN, 1989).

Crassostrea rhizophorae

São indivíduos adaptados ao ambiente estuarino de turbidez elevada, devido à presença de uma câmara promial no lado direito do corpo que inverte a movimentação da água corrente exalante (GALTSOFF, 1964; GALVÃO *et al.*, 2000).

Segundo Nascimento (1991), a faixa vertical adequada para fixação de *C. rhizophorae* nos manguezais fica entre 1 e 1,5 m acima da no nível 0,0 das marés de sizígia.

Guimarães *et al.* (2008) submeteram, em laboratório, juvenis de *C. rhizophorae* (altura $1,17 \pm 0,12$ cm) a salinidades entre de 5 a 60 UPS, com intervalo de 5 UPS entre cada tratamento. Os resultados mostraram que salinidades acima de 40 UPS são incompatíveis com sobrevivência de *C. rhizophorae* a partir do 4º dia e recomendaram que os cultivos fossem realizados em áreas estuarinas com variação de salinidade entre 15 e 25 UPS. Os autores concluíram ainda que salinidades abaixo de 10 UPS e superiores a 30 UPS estão além dos limites de tolerância da espécie.

Fernandes e Sanchez (1980), analisando a tolerância de *C. rhizophorae* às baixas salinidades, concluíram que há um aumento das taxas de mortalidade em salinidades abaixo de 9 UPS, indicando que este ponto seria o limite para o osmoconformismo da espécie e que, a partir deste, a sobrevivência dependeria de uma eficiente regulação iônica.

Brito (2008) realizou testes para avaliação das taxas de crescimento em função da salinidade e concluiu que os maiores valores foram registrados ocorreram na salinidade de 25 PSU, que representa um valor médio típico de baías e estuários. No entanto, os resultados também revelaram que a ostra nativa pode crescer em salinidades mais elevadas, permitindo a produção em escala comercial fora das baías, em áreas de plataforma interna da região sul do Brasil.

A temperatura de conforto de *C. rhizophorae* está na faixa de 22,0 a 29,0 °C, mas podem tolerar áreas com temperatura de até 34 °C (BARLIZA e QUINTANA,

1992). O limite ótimo para a reprodução, segundo Nascimento e Pereira (2004), situa-se abaixo de 30 °C. Miranda e Guzenski (1999), levando em consideração o crescimento em comprimento e a sobrevivência, obtiveram, nas condições em que foi realizado o experimento, como melhor resultado para o cultivo larval de *C. rhizophorae*, a temperatura de 25 °C. Segundo os autores, esta temperatura é mais facilmente encontrada na costa brasileira, sendo que a temperatura de 22 °C, em que se verificou mortalidade, é condição rara na região Nordeste.

Crassostrea gigas

Os espécimes são observados nas zonas intermareais e de sublitoral superior, em áreas abrigadas, onde costumam ser encontradas até 3 m de profundidade. A ostras-do-Pacífico tem a capacidade de se fixar a praticamente qualquer substrato duro em águas abrigadas, mas, ocasionalmente, também podem ser encontradas em terrenos lamacentos ou de areia (NIMPIS, 2002).

A tolerância à salinidade e à temperatura de *C. gigas* variam enormemente, dependendo da variedade cultivada e da localização geográfica. Em termos gerais, pode ser considerada uma espécie marcadamente eurialina e euritérmica, que pode ser cultivada em águas oceânicas ou de estuários, com uma salinidade média de 15 PSU e valores tão baixos quanto 2 PSU. Nessas salinidades baixas, juvenis e adultos podem sobreviver por semanas, fechando suas válvulas (MIOSSEC *et al.*, 2009).

Na França existem cultivos que são realizados em salinidade de 45-50 PSU. Esta por sua vez, esta muito próxima ao máximo suportado pela espécie, visto que taxas de mortalidades são observadas acima de 50 PSU (HERAL e DESLOUS-PAOLI, 1990). Temperatura e salinidade são fatores muito importantes. Porém, é a combinação deles que define as taxas de sobrevivência quando os animais são expostos a condições ambientais adversas (GOULLETQUER, 1997). Da mesma

forma, estado fisiológico e estágio de vida são fatores essenciais para determinar a tolerância da espécie às condições ambientais (POWELL *et al.*, 2000 e 2002).

Akaboshi (1979) afirmou que *C. gigas* ocorre predominantemente em regiões de alta salinidade. Segundo Nehring (2006), são capazes de se reproduzir e crescer em salinidades de 10-42 PSU (23-36 PSU é a faixa ideal de salinidade para que ocorra a fertilização).

São capazes de crescer em temperaturas variando de 4 a 35 °C e sobreviver a temperaturas de até -5 °C. No entanto, para que ocorra a reprodução é necessário que a temperatura seja superior a 20 °C. Taxas de mortalidade começam a ocorrer em temperaturas de 30 °C a 40 °C, sendo que esta pode chegar a 100% após uma hora (NEHRING, 2006).

EFEITO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS SOBRE O CRESCIMENTO

Diversos parâmetros podem influenciar no sucesso da ostreicultura, tais como a tecnologia empregada, a biologia da espécie e seus requerimentos para o cultivo (PROENÇA, 2001). Outro fator diz respeito à qualidade da água, que influencia na fisiologia e na adaptação do animal ao ambiente (PEREIRA *et al.*, 2003; SHUMWAY, 1996).

Poucos estudos investigam os impactos cumulativos de processos biológicos e ambientais e como eles contribuem para a mudança na estrutura da população de ostras (FRIGOTTO, 2011). Siqueira *et al.* (2010) sugerem que o conhecimento sobre a influência desses fatores pode otimizar os esforços dos produtores em cada etapa do processo de cultivo de ostras nativas.

O conhecimento da qualidade das águas costeiras, assim como aspectos reprodutivos que permitem definir períodos de desova e maior recrutamento de larvas, são fatores importantes que permitem desenvolver metodologias seguras de cultivo (ERSE e BERNANDES, 2008). Cardoso (2008) sugere a gestão participativa na definição do ordenamento da coleta de ostras, baseada nas experiências e

aprendizados compartilhados pelos locais. Para tanto, é fundamental um diagnóstico do ambiente, dos atores sociais envolvidos e da maneira como estes interpretam os recursos, com os quais estão lidando (LOUREIRO *et al.*, 2007).

Portanto, um fator de extrema importância quanto à implantação de projetos voltados à maricultura diz respeito à hidrologia e à qualidade da água (ESTEVES, 1998). O conhecimento da qualidade da água, assim como aspectos ambientais que interferem no desenvolvimento dos moluscos, são fatores que permitem desenvolver metodologias seguras de cultivo (CHRISTO, 2006).

Gomez *et al.* (1995) afirmam que as melhores taxas de crescimento de ostras em cultivos são observadas sob velocidades de correntes marinhas, que devem estar em torno de 30 cm/seg. Os mesmos autores sugerem que o efeito do turbilhonamento intenso gerado pelas correntes marinhas no local do cultivo pode influenciar o crescimento de *C. rhizophorae*. Isso pode causar estresse aos animais, uma vez que a elevação da concentração de material particulado contribui para o aumento da turbidez que, por sua vez, força a ostra a canalizar energia de crescimento para a filtração das partículas. Concomitantemente, o aumento desses sólidos propicia maior absorção da radiação, elevando a temperatura e diminuindo consequentemente a solubilidade do oxigênio dissolvido na água.

O pH é uma variável muito especial nos ambientes aquáticos, podendo influenciar muitos fenômenos químicos e biológicos. Seu efeito nos organismos cultivados se relaciona ao metabolismo e processos fisiológicos. Segundo Esteves (1998), o pH atua sobre as comunidades aquáticas diretamente nos processos de permeabilidade da membrana celular, interferindo, portanto, no transporte iônico intra e extracelular e entre os organismos e o meio. Para Gomez *et al.* (1995), o pH da água deve estar entre 7,9 e 8,1. Deduz-se que pequenas variações de pH não são representativas para afetar o crescimento da ostra, comparando-se aos intervalos de Vinatea (1997), que testou variações de 4 a 11, as quais são consideradas, respectivamente, limites inferior e superior de sobrevivência.

A concentração de pigmentos fotossintetizantes é extensivamente utilizada para estimar a biomassa do fitoplâncton. Para o fitoplâncton a concentração destes pigmentos constitui aproximadamente, de 1 a 2% do peso seco (BARROSO e LITTLEPAGE, 1998).

A produtividade de um local é verificada, mediante a quantificação de clorofila a, como um índice de biomassa fitoplanctônica em determinado volume de água expresso em mg/m^3 (POLI, 1998). Ocorrem também produtos de degradação da clorofila a ("chla"), que são utilizados como indicadores indiretos de produtividade, que são os feoforbídeos e feofitinas constituindo os feopigmentos e os clorofilídeos (BARROSO e LITTLEPAGE, 1998). Segundo Agudo (1988), a determinação quantitativa da relação dos pigmentos fotossintetizantes (clorofila a e feofitina a) em ambientes aquáticos tem grande importância no estado fisiológico da comunidade fitoplanctônica.

Tureck *et al.* (2004), fazendo análise de regressão múltipla de dados de influência de variáveis ambientais sobre índices de tamanho de ostras *C. gigas*, observaram coeficientes significativos ($P < 0,05$) para as variáveis de temperatura de água, salinidade, pH e teor de oxigênio dissolvido. Neste mesmo trabalho, os autores identificaram que cultivos em locais com maior estabilidade de variações de parâmetros ambientais apresentam índices de crescimento significativamente maiores quando comparados a cultivos em locais onde os mesmos parâmetros apresentam variações mais bruscas e constantes.

Por meio de avaliação de componentes principais, Ramos e Castro (2004) verificaram que as variáveis ambientais que tiveram influências mais significativas no crescimento da ostra *C. rhizophorae* foram o material particulado em suspensão, velocidade de corrente, salinidade e oxigênio dissolvido. Processos metabólicos requeridos pela ostra neste ambiente seriam mais utilizados na filtração ao invés do crescimento, o que denotaria dispêndio maior de energia para a manutenção dos processos metabólicos dos organismos cultivados. Os autores sugeriram que elevadas amplitudes de marés, juntamente com as velocidades de corrente e a

sazonalidade nessa área, sejam fatores dominantes agindo direta e indiretamente nos ecossistemas, como também no comportamento das variáveis estudadas.

EFEITO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS SOBRE A REPRODUÇÃO

Em relação ao ciclo reprodutivo, a exploração comercial destes moluscos é direta e indiretamente influenciada pelas características sexuais das espécies cultivadas e pelos respectivos estímulos ambientais e sazonais que interferem no amadurecimento gonadal e na liberação de gametas (CLEDÓN *et al.*, 2004). Os ciclos reprodutivos de bivalves marinhos estão intimamente relacionados à capacidade de armazenagem e utilização de energia e com parâmetros ambientais como temperatura, salinidade e disponibilidade de alimento (TAYLOR e VENN, 1979; ZANDEE *et al.*, 1980; BENINGER e LUCAS, 1984; ARELLANO-MARTINEZ *et al.*, 2004; LI *et al.*, 2006).

Vários trabalhos demonstraram que, em regiões subtropicais, o efeito de sazonalidade de temperatura, salinidade, fotoperíodo e níveis de clorofila da água interferem inexoravelmente o ciclo reprodutivo de ostras (STEPHEN, 1980; SAUCEDO *et al.*, 2002; REN *et al.*, 2003; FABIoux *et al.*, 2005; LI *et al.*, 2006; DRIDI *et al.*, 2007). A maioria destes autores caracteriza o ciclo reprodutivo em duas fases: a primeira seria uma fase de repouso nos meses de inverno. Já a segunda seria a fase de gametogênese, incluindo os períodos de maturidade e desova, ocorrendo nos meses de primavera e verão. Um novo ciclo de gametogênese inicia-se com a temperatura da água baixa no final do inverno. O início da desova ocorre no momento em que a temperatura da água e os níveis de clorofila ficam mais elevados, em períodos de menor salinidade durante todo o ano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resultados insatisfatórios de desempenho zootécnico e de desenvolvimento da ostreicultura como atividade econômica, principalmente entre os pequenos produtores, indicam uma falha no planejamento de cultivos e inadequação destes ao ambiente para criação. As flutuações de resultados zootécnicos e reprodutivos de ostras em cultivos não podem ser atribuídas a uma causa única, mas sim ao resultado da influência de fatores biológicos, de manejo, sazonais e processos ambientais, conjuntamente.

Para um molusco comercialmente tão importante, identificar e quantificar os fatores que levam a mudanças na população proporcionaria uma melhor compreensão do sistema, permitindo formar uma base para gestão eficiente do cultivo.

REFERÊNCIAS

ABSHER, T.M. Populações naturais de ostras do gênero *Crassostrea* do litoral do Paraná - Desenvolvimento larval, recrutamento e crescimento. **Tese Doutorado** (Instituto Oceanográfico), Universidade de São Paulo, 1989.

AGUDO, E.G. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo, CETESB, 1988.

AKABOSHI, S. Notas sobre o comportamento da ostra japonesa, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795), no litoral de São Paulo, Brasil. **Boletim Instituto de Pesca**, v.6, p. 93-104, 1979.

AKABOSHI, S.; PEREIRA, O.M. Ostreicultura na região lagunar-estuarina de Cananéia, São Paulo, Brasil. I. Captação de larvas de ostras, *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819), em ambiente natural. **Boletim do Instituto de Pesca**, 87-10, 1981.

ALVES, R. Estudo taxonômico de ostras do gênero *Crassostrea* Sacco, 1897, da região da Grande Florianópolis-Brasil. **Dissertação de Mestrado** (Pós-Graduação em Aquicultura), Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

ANDRIGUETTO FILHO, J.M.; MARCHIORO, N.P.X. Diagnóstico e Problemática para Pesquisa, p.159-194. *In*: C. Raynaut; M. Zanoni; P.C. Lana (Ed.). **Desenvolvimento e Meio Ambiente: em busca da interdisciplinaridade**. Curitiba, UFPR, 293p., 2002.

ANSA, E.J.; BASHIR, R.M. Fishery culture potentials of the mangrove oysters (*Crassostrea gasar*) in Nigeria. **Research Journal of Biological Sciences**, v.2, p.392-394, 2007.

ARANA, L.V. **Fundamentos de Aquicultura**. UFSC, Florianópolis. 2004, 112p.

ARELLANO-MARTINEZ, M.; RACOTTA, I.S.; CEBALLS-VAZQUEZ, B.P.; ELORDUY-GARAY, J.F. Biochemical composition, reproductive activity and food availability of the lions paw scallop *Nodipecten subnodosus* in the Laguna Ojo de Liebre, Mexico. **Journal of Shellfish Research**, v.23, p. 15–23, 2004.

BARLIZA, F.; QUINTANA, C. Contribución al desarrollo de la ostricultura en la ciénaga Grande de Santa Marta. **Tese de Doutorado** (Programa de Ingeniería Pesquera), Universidad del Magdalena, Santa Marta, 1992.

BARROSO, F.G.; LITTLEPAGE, J. **Protocolo para análise de clorofila a e feopigmentos pelo método fluorimétrico**. Vitória-ES, 1998, 18p.

BAUTISTA, C. **Moluscos: tecnologia de cultivo**. Madrid, Ed. Mundi, 1989, 167p.

BENINGER, P.G.; LUCAS, A. Seasonal variations in condition, reproductive activity, and gross biochemical composition of two species of adult clam reared in a common habitat: *Tapes decussates* L. and *Tapes philippinarum*. **Journal of Exploratory Marine Biology and Ecology**, n.79, p. 19–37, 1984.

BENSON, D.A.; KARSCH-MIZRACHI, I.; LIPMAN, D.J.; OSTELL, J.; SAYERS, E.W. GenBank. **Nucleic Acids Resource**, n.39, Database issue, 2011.

BOYD, C.E.; WATTEN, B.J. Aeration systems in aquaculture. **Aquatic Sciences**, v.1, n.3, p.425-472, 1989.

BRITO, L. Efeito da salinidade sobre o crescimento da ostra nativa *Crassostrea* sp como subsídio ao desenvolvimento da maricultura de espécies nativas em mar aberto. **Dissertação de Mestrado** (Pós-Graduação em Sistema Costeiro e Oceânico), Universidade Federal do Paraná, 49p., 2008.

CADERNAS, E.B. Status of molluscan aquaculture on the Pacific coast of Mexico. **Aquaculture**, v.39, n.1-4, p.83-93, 1984.

CARDOSO, T.A.C. A construção da gestão compartilhada da Reserva Extrativista do Mandira, Cananéia-SP. **Tese de Doutorado** (Pós-Graduação em Ecologia) Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 176 p., 2008.

CHAPARRO, O.R. **Manual de Cultivo de la ostra chilena** (*Ostrea chilensis*). Ed. Universidad Austral de Chile, Instituto de Biología Marina. 1998, 16p.

CHRISTO, S.W. Biologia reprodutiva e ecologia de ostras do gênero *Crassostrea* (Sacco, 1897) na Baía de Guaratuba (Paraná – Brasil): um subsídio ao cultivo. **Tese de Doutorado** (Pós-Graduação em Ciências, área de concentração Zoologia), Universidade Federal do Paraná, 146 p., 2006.

CLEDÓN, M., BRICHTOVA, J.L.; GUTIÉRREZ, J.L.; PENCHASZADEH, P.E. Reproductive cycle of the stout razor clam, *Tagelus plebeius* (Lightfoot, 1786), in the mar Chiquita coastal lagoon, Argentina. **Journal of Shellfish Research**, v.23, n.2, p.443-446, 2004.

COSTA, P.F. Biologia e tecnologia para o cultivo. In: Brasil. Ministérios da Marinha. Instituto Nacional de Estudos do Mar. **Manual de Maricultura**. Rio de Janeiro, 1985.

DRIDI, S.; ROMDHANE, M.S.; ELCAFSI, M. Seasonal variation in weight and biochemical composition of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* in relation to the gametogenic cycle and environmental conditions of the Bizert lagoon, Tunisia. **Aquaculture**, v.263, n.1-4, p. 238-248, 2007.

ERSE, E.B.; BERNARDES, M. Levantamento de estoques da ostra *Crassostrea* em bancos naturais no litoral paranaense. **Revista Biotemas**, v.21, n.2, p.57-63, 2008.

ESCAPA, M.; ISACCH, J.P.; DALEO, P.; ALBERTI, J.; IRIBARNE, O.; BORGES, M.; SANTOS, E.P.; GAGLIARDINI, D.A.; LASTA, M. The distribution and ecological effects of the introduced Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) in northern Patagonia. **Journal of Shellfish Research**, v.23, n.1, p. 765-772, 2004.

ESTEVEZ, F. **Fundamentos de Limnologia**. 2^o ed. Rio de Janeiro, Ed. Interciência. 1998, 602 p.

FABIOUX, C.; HUVET, A.; SOUCHU, P.; PENNEC, M.; POUVREAU, S. Temperature and photoperiod drive *Crassostrea gigas* reproductive internal clock. **Aquaculture**, v.250, n.1-2, p. 458-470, 2005.

FAO. **Global Aquaculture Production 1950-2009**. Rome, Food and Agriculture Organization. 2009. Disponível em: www.fao.org/fishery/statistics. Acesso: 15/05/2011.

FAO-SOFIA. **The State of World Fisheries and Aquaculture**. 2002. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/005/y7300e> Acesso: 05/05/11.

FERNANDES, L.M.B.; SANCHEZ, R.J.C. Nota sobre a resistência às baixas salinidades da ostra-de-mangue *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828). **Anuário da Universidade Federal Rural do PE**, n.5, p.61-79. 1980.

FERREIRA, J.F. Extensão na malacocultura e larvicultura de moluscos: o papel das instituições públicas. *In: Sociedade Brasileira de Malacologia (Ed.). Malacologia Brasileira*, Rio de Janeiro-RJ, p.109-122, 2006.

FRIGOTTO, S.F. Fauna carcinológica vágil associada às lanternas de ostreicultura na Baía de Guaratuba-PR. **Dissertação de Mestrado** (Pós Graduação em Zoologia), Universidade Federal do Paraná, 63p., 2011.

GALTSOFF, P.S. The American oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin). **Fishery Bulletin**, v.64, p. 11-28, 1964.

GALVÃO, M.S.N.; PEREIRA, O.M.; MACHADO, I.C.; HENRIQUES, M.B. Aspectos reprodutivos da ostra *Crassostrea brasiliana* de manguezais do estuário de Cananéia-SP. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.26, n.2, p.147-162, 2000.

GAUSE, G.F. **The struggle for existence**. Ed. Willians e Wilkins. Baltimore (USA). 1934, 135p.

GIA – Grupo Integrado de Aquicultura, UFPR. **Projeto de maricultura de ostras no complexo Lagamar-SP e Baía de Guaratuba-PR - Desenvolvimento de bases tecnológicas, ecológicas e mercadológicas para o cultivo**. 2009. Disponível em: www.gia.org.br. Acesso: 05/05/11.

GOMEZ, H.; ARIAS, L.M.; PEREZ, C.; DUEÑAS, P.R.; FRIAS, J.A.; SILVA, L.M.; PEREA, L.S.; VALLEJO, A.; DAZA, P.V.; TORRES, M. **Fundamentos de Acuicultura Marina**. Santa Fe de Bogotá, Colombia, INPA. 1995, 543p.

GOULLETQUER, P. Cycle de reproduction naturelle de l'huître creuse *Crassostrea gigas*. *In : La reproduction naturelle et contrôlée des bivalves cultivés en France*, Nantes, France, Ifremer Rapport Interne DRV/RA/RST/97 - 11 RA /Brest, pp. 7-19, 1997.

GUIMARÃES, I.M.; GOMES, A.I.; PEIXOTO, S.; OLIVEIRA, A. Influência da salinidade sobre a sobrevivência da ostra-do-mangue, *Crassostrea rhizophorae*. **Arquivos de Ciências do Mar**, v.41, n.1, p.118-122, 2008.

HERAL, M.; DESLOUS-PAOLI, J.M. Oyster culture in European countries. *In: Estuarine and Marine Bivalve Mollusk Culture*, Ed. by W. Menzel, CRC Press, New York, pp. 153-190, 1990.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**. 2007. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006. Acesso: 05/05/10.

IGNACIO, B.L.; ABSHER, T.M.; LAZOSKI, C.; SOLÉ-CAVA, A.M. Genetic evidence of the presence of two species of *Crassostrea* (Bivalvia: Ostreidae) on the coast of Brazil. **Marine Biology**, v.136, n.6, p.987-991, 2000.

ISECMAR - Instituto Superior de Engenharia e Ciências do Mar. **Relatório de Aulas Práticas: Anatomia dos Moluscos Bivalves**. 2007. Disponível em: http://www.geocities.com/rui_biologia/docs. Acesso: 22/04/2011.

LAPÈGUE, S.; BOUTET, I.; LEITÃO, A.; HEURTEBISE, S.; GARCIA, P.; THIRIOTUIE-VREUX, C.; BOUDRY, P. Trans-Atlantic distribution of a mangrove oyster species revealed by 16S mtDNA and karyological analyses. **Biological Bulletin**, v.202, p. 232-242, 2002.

LE MOS, M.B.N.; I.A. NASCIMENTO; M.M.S. DE ARAÚJO; S.A. PEREIRA; I. BAHIA; D.H. SMITH.. The combined effects of salinity, temperature, antibiotic and aeration on larval growth and survival of the oyster *Crassostrea rhizophorae*. **Journal of Shellfish Research**, v.13, p. 187-192, 1994.

LI, Q.; LIU, W.; SHIRASU, K.; CHEN, W.; JIANG, S. Reproductive cycle and biochemical composition of the Zhe oyster *Crassostrea plicatula* in an eastern coastal bay of China. **Aquaculture**, v.261, p. 752–759, 2006.

LOPES, G.R. Crescimento da ostra-do-mangue *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) cultivada em dois ambientes no estado de Santa Catarina. **Dissertação de Mestrado** (Pós-Graduação em Aquicultura), Universidade Federal de Santa Catarina, 75 p., 2008.

LÓPEZ-FLORES, I.; RUIZ-REJÓN, C.; CROSS, I.; REBORDINOS, L.; ROBLES, F. NAVAJAS-PÉREZ, R.; HERRÁN, R. Molecular characterization and evolution of an interspersed repetitive DNA family of oysters. **Genetica**, v.138, n.11, p. 1211-1219, 2010.

LOUREIRO, C.F.B.; AZAZIEL, M.; FRANCA, N. **Educação ambiental e conselho em unidades de conservação: aspectos teóricos e metodológicos**. Ed. Ibase. Rio de Janeiro. 2007, 87p.

MANCERA, E.; MENDO, J. Population dynamics of the oyster *Crassostrea rhizophorae* from the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. **Fisheries Research**, v.26, n.1-2, p.139-148, 1996.

MELO, A.G.; VARELA, E.S.; BEASLEY, C.R.; SCHNEIDER, H.; SAMPAIO, I.; GAFFNEY, P.M.; REECE, K.S.; TAGLIARO, C.H. Molecular identification, phylogeny and geographic distribution of Brazilian mangrove oysters (*Crassostrea*). **Genetic Molecular Biology**, v.33, n.3, p. 567-572, 2010.

MELO, C.M.R.; SILVA, F.C.; GOMES, C.H.A.M.; SOLÉ-CAVA, A.M.; LAZOSKI, C. *Crassostrea gigas* in natural oyster banks in southern Brazil. **Biological Invasions**, n.12, v.3, p. 441-449, 2009.

MIOSSEC, L.; DEUFFM, R.M.; GOULLETQUER, P. Alien species alert: *Crassostrea gigas* (Pacific oyster). **ICES Cooperative Research Report. Rapport des Recherches Collectives**, n.299, 46p., 2009.

MIRANDA, M.B.B.; GUZENSKI, J. Cultivo larval da ostra do mangue, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), em diferentes condições de temperatura, salinidade e densidade. **Arquivos de Ciências do Mar**, UFC, v.32, p.73- 84, 1999.

NALESSO, R.C; PARESQUE, K.; PIUMBINI, P.P; TONINI, J.R.F.; ALMEIDA, L.G.; NÍCKEL, V.M. Oyster spat recruitment in Espírito Santo State, Brazil, using recycled materials. **Brazilian Journal of Oceanography**, v.56, n.4, p. 281-288, 2008.

NASCIMENTO, I.A. *Crassostrea rhizophorae* (Guilding) and *C. brasiliiana* (Lamarck) in South and Central America. Chapter 10. *In* **Estuarine and marine bivalve mollusk culture**. Winston Menzel, Florida, USA, CRC Press Inc. pp. 125-134, 1991

NASCIMENTO, I.A.; S.A., PEREIRA. Cultivo da ostra de mangue *Crassostrea rhizophorae* (Guilding 1828). *In*: POLI, C. R.et al. (Eds.). **Aquicultura**. Florianópolis: Multitarefa Editora. p. 267-288, 2004.

NEHRING, S. Oyster beds and Sabellaria reefs. *In*: De Jong, F., Bakker, J.F., van Berkel, C.J.M., Dankers, N.M.J.A., Dahl, K., Gätje, C., Marencic, H. and Potel, P. (eds.), **Wadden Sea Quality Status Report**. Wadden Sea Ecosystem, n.9, p. 146-147, 1999.

NIMPIS. Pacific oyster *Crassostrea gigas*. - *In*: C.L. Hewitt; R.B. Martin; C. Sliwa; F.R, McEnnulty; N.E. Murphy; T. Jones & S. Cooper (eds), **National Introduced Marine Pest Information System**, 2002. Disponível em: <http://www.marine.csiro.au>
Acessado em 29/06/2010.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. A.; CHAMMAS, M. A. Potencial para o desenvolvimento da aquicultura no Brasil. *In*: Ostrensky, A.; Borghetti, J.R.; Soto, D. **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília: SEAP, 2008. p.159-182.

PEREIRA, O.M.; HENRIQUES, M.B.; MACHADO, I.C. Estimativa da curva de crescimento da ostra *Crassostrea brasiliiana* em bosques de mangue e proposta para sua extração ordenada no estuário de Cananéia, SP, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.29, n.1. p.19-28, 2003.

PIE, M.R.; RIBEIRO, R.O.; BOEGER, W.A.; OSTRENSKY, A.; FALLEIROS, R.M.; ANGELO, L. A simple PCR-RFLP method for the discrimination of native and introduced oyster species (*Crassostrea brasiliiana*, *C. rhizophorae* and *C. gigas*; Biva) cultured in Southern Brazil. **Aquaculture Research**, v.37, p.1598-1600, 2006.

POLI, C.R. **Biologia e cultivo de ostras**. Ed. UFSC. Florianópolis. 1998, 70 p.

PORTELLA, C.P. Avaliação da qualidade da ostra nativa *Crassostrea brasiliiana* congelada em concha em função da composição química e análise sensorial. **Dissertação de Mestrado** (Pós-Graduação em Aquicultura), Universidade Estadual Paulista, 75 p., 2005.

POWELL, E.N., BOCHENEK, E.A., KLINCK, J.M.; HOFMANN, E.E. Influence of food quality and quantity on the growth and development of *Crassostrea gigas* larvae: a modelling approach. **Aquaculture**, v.210, p. 89-117, 2002.

POWELL, E.N.; KLINCK, J.; HOFMANN, E.; BOCHENEK, E. Food quality and feeding strategies in hatchery rearing of pacific oyster *Crassostrea gigas* larvae: a modelling approach. **Journal of Shellfish Research**, v.1, p.604., 2000.

PUGIALLI, R. **Glossário Oceanográfico Ilustrado**. Ed. Âmbito Cultural, Rio de Janeiro. 2000, 567p.

PROENÇA, C.E.M. **Plataforma do agronegócio da malacocultura**. Brasília, CNPQ/DPA/MAPA, 2001.

RAMOS, R.S.; CASTRO, A.C.L. monitoramento das variáveis físico-químicas no cultivo de *Crassostrea rhizophorae* no estuário de Paquatua-Alcântara/Ma. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, UFMA, v.17, p.29-42, 2004.

REN, J.S.; MARSDEN, I.D.; ROSS, A.H.; SCHIEL, D.R. Seasonal variation in the reproductive activity and biochemical composition of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) from the Marlborough Sounds, New Zealand. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, v.37, n.1, p. 171-182, 2003.

RIOS, E.C. **Seashells of Brazil**. Ed. Fundação Universidade do Rio Grande., Rio Grande. 1994, 492p.

RONDÓN, E.O.O.; MURAKAMI, A.E.; SAKAGUTI, E.S. Modelagem computacional para produção e pesquisa em avicultura. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.4, n.1, p.199-207, 2002.

SAUCEDO, P.; RACOTTA, I.; VILLARREAL, H.; MONTEFORTE, M. Seasonal changes in the histological and biochemical profile of the gonad, digestive gland and muscle of the calafia mother-of-pearl oyster, *Pinctada mazatlanica* associated with gametogenesis. **Journal of Shellfish Research**, v.21, p. 127–135, 2002.

SHUMWAY, S.E. Natural environmental factors. In: Kennedy, V.S., Newell, R.I.E., Eble, A.F. (Eds.), **The Eastern Oyster *Crassostrea virginica***. Maryland Sea Grant College, College Park, pp. 467–513, 1996.

SIQUEIRA, K.L.F.; ARAÚJO, E.D.; PADILHA, F.F.; ARAÚJO, J.M.E. Aspectos Sanitários da água e das ostras nativas do gênero *Crassostrea* cultivadas no Rio Vaza Barris. **Revista Eletrônica de Biologia**, v.3, n.2, p.76-88, 2010.

SOUZA FILHO, J. **Custo de produção da ostra cultivada**. Instituto Cepa/SC, Cadernos de indicadores agrícolas, Florianópolis. 2003, 23p.

STEPHEN, D. The reproductive biology of the Indian oyster *Crassostrea madrasensis*: Gametogenic cycle and biochemical levels. **Aquaculture**, v.21, p. 147–153, 1980.

TAYLOR, A.C.; VENN, T.J. Seasonal variation in weight and biochemical composition of the tissues of the queen scallop *Chlamys opercularis* from the Clyde Sea area. **Journal of Marine Biology Association**, n.59, p. 605–621, 1979.

TURECK, C.R.; OLIVEIRA, T.M.N.; CREMER, M.J.; BREITER, R.; NEESSE, T.; TORRENS, B.M.O.; MARCUCCI, A.; AMARAL, E.B. Avaliação do crescimento em *Crassostrea gigas* (*mollusca, bivalve*) cultivada na Baía da Babitonga, litoral norte do Estado de Santa Catarina. **Revista da Univille**, v.9 (edição especial), p.17-26, 2004.

VARELA, E.S.; BEASLEY, C.R.; SCHNEIDER, H.; SAMPAIO, I.; MARQUES-SILVA, N.S.; TAGLIARO, C.H. Molecular phylogeny of mangrove oysters (*Crassostrea*). **Journal of Molluscan Studies**, v.73, p.229-234, 2007.

VILANOVA, M.F.V.; CHAVES, E.M.B. Contribuição para o conhecimento da viabilidade do cultivo de ostra-do-mangue, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828, *Mollusca: Bivalvia*), no estuário do rio Ceará, Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v.27, p.111-125, 1988.

VINATEA, L.A. **Aquicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aquicultura brasileira**. UFSC, Florianópolis. 1999, 310p.

VINATEA, L.A. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura**. UFSC, Florianópolis. 1997, 166p.

VINATEA, L.; VIEIRA, P.H.F. Modos de apropriação e gestão patrimonial de recursos costeiros: o caso do cultivo de moluscos na Baía de Florianópolis, SC. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.31, n.2, p.147-154, 2005.

WAKAMATSU, T. **A ostra de Cananéia e seu cultivo**. Instituto Oceanográfico, USP, São Paulo. 1973, 141p.

ZANDEE, D.I.; KLUYTMANS, J.H.; ZURBURG, W.; PIETERS, H. Seasonal variations in biochemical composition of *Mytilus edulis* with reference to energy metabolism and gametogenesis. **Journal of Sea Research**, n.14, p. 1–29, 1980.

ARTIGO DE PESQUISA

INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS SOBRE O CRESCIMENTO E A REPRODUÇÃO DE OSTRAS *Crassostrea* (Bivalvia: Ostreidae) NA BAÍA DE GUARATUBA, BRASIL

RESUMO

Para a promoção do desenvolvimento sustentável da ostreicultura faz-se necessário o monitoramento das variáveis ambientais, sazonais, genéticas, reprodutivas e zootécnicas. O presente trabalho buscou avaliar a importância desses fatores sobre o cultivo de ostras *Crassostrea*. Os dados foram obtidos entre setembro de 2009 e fevereiro de 2011, provenientes de seis distintos grupos de avaliações: parâmetros de qualidade da água; presença de larvas de ostras no plâncton; captação de sementes por meio de coletores artificiais; identificação molecular das sementes e larvas coletadas; avaliação continuada do estágio de maturidade reprodutiva das ostras, e; o desempenho zootécnico alcançado em cultivo experimental. Os resultados numéricos destas avaliações foram tabelados em um banco de dados único, agrupados de acordo com mês das coletas, sendo avaliados por análises de regressão múltipla e multivariadas. Verificou-se que a sazonalidade, temperatura, oxigênio dissolvido e transparência da água foram os fatores ambientais que mais interferiram no ciclo reprodutivo (desenvolvimento gonadal e captação de sementes) e no crescimento dos animais em cultivo. As maiores taxas de captação de sementes foram registradas no verão, período também de pico de maturidade sexual. O crescimento das ostras, em peso de carne, esteve diretamente relacionado ao estágio de desenvolvimento gonadal.

Palavras-chave: ostreicultura; regressão; sazonalidade

INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL VARIABLES ON GROWTH AND REPRODUCTIVE CYCLE OF *Crassostrea* OYSTER (Bivalvia: Ostreidae) IN GUARATUBA BAY, BRAZIL

ABSTRACT

To promote the sustainable development of oyster production it is necessary to monitor the environmental, seasonal, genetic, reproductive and technical performance variables. The present study aimed to evaluate the importance of these variables on *Crassostrea* oyster production. Data were collected between September 2009 and February 2011 from six different groups of evaluation: water quality patterns, oyster larvae in plankton, oyster seeds sitting through artificial collectors, molecular identification of collected larvae and seeds, continuous evaluation of reproductive maturity stage of adult oysters and the technical performance achieved in experimental production. The numerical results of these evaluations were tabulated on a single database, grouped by month of collection and were analyzed by multiple regression and multivariate analysis. It was observed that the seasonality, temperature, dissolved oxygen and turbidity were the environmental factors that most interfered on the reproductive cycle (gonadal development and seeds sitting) and the growth of production oysters. The highest rates of seeds uptake were recorded in the summer, also the same peak season of sexual maturity. The oyster's growth, calculated as meat weight, was directly related to the gonadal development stage.

Keywords: oyster; regression, seasonality

INTRODUÇÃO

Ostras *Crassostrea* são moluscos bivalves pertencentes à família Ostreidae (RIOS, 1994). Habitam águas costeiras rasas, ocorrendo desde a faixa equatorial até a faixa de frio moderado, entre as latitudes 64 °N e 44 °S (WAKAMATSU, 1973; COSTA, 1985). A produção destes moluscos encontra-se em segundo lugar no ranking das espécies aquícolas mais importantes no mundo (FAO, 2009), especialmente por envolver baixos custos de instalação, utilizar material de fácil obtenção, apresentar facilidade na captação de sementes e proporcionar índices satisfatórios de rentabilidade (BAUTISTA, 1989).

A produção de ostras no Brasil é uma atividade geradora de renda, que contribui com a conservação dos estuários, diminuindo a pressão sobre os estoques naturais e promovendo uma exploração sustentável do ambiente (GUIMARÃES *et al.*, 2008). No país destacam-se duas espécies de ostras nativas de interesse zootécnico, *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) e *C. rhizophorae* (Guilding, 1828). Naturais de regiões estuarinas, a primeira é geralmente encontrada em costões rochosos e também em raízes de mangue (*Rhizophora mangle*). É predominantemente presente no infralitoral, distribuindo-se desde o estado de Santa Catarina, na região Sul do Brasil, até o Pará, na Região Norte (IGNACIO *et al.*, 2000). A segunda ocorre desde o Caribe até o Uruguai, estando geralmente fixada a raízes de mangue, em rochas e substratos duros no mesolitoral (RIOS, 1994). *C. brasiliiana* é considerada a espécie mais apropriada para cultivos em regiões estuarinas brasileiras, devido ao seu maior rendimento zootécnico e econômico (PEREIRA *et al.*, 2001; PEREIRA *et al.*, 2003).

Outra espécie de interesse zootécnico no Brasil é a ostra do Pacífico (*C. gigas*). Esta espécie foi introduzida no país através de cultivos comerciais e, atualmente, tem se espalhado pelos habitats naturais da América do Sul, levantando preocupações sobre eventuais impactos ambientais desta espécie sobre os ciclos biológicos das espécies naturais de ostras (ESCAPA *et al.*, 2004; CHRISTO, 2006; PIE *et al.*, 2006; MELO *et al.*, 2009).

A Baía de Guaratuba, assim como as demais baías da região sul do Brasil, suporta uma atividade pesqueira quase exclusivamente em escala artesanal, realizada por comunidades que habitam as margens do estuário (GIA, 2009). A localização de bancos naturais de ostras na região favorece o extrativismo, ocasionando uma intensa exploração, que pode provocar danos irreversíveis à estrutura populacional das espécies locais (ERSE e BERNANDES, 2008). A atividade ostreícola se consolidou como uma alternativa de geração de renda em relação à pesca artesanal e tem contribuído para a conservação dos estoques naturais desta baía (GIA, 2009).

Diversos parâmetros podem influenciar no sucesso da ostreicultura, tais como os sistemas de cultivo e as técnicas empregadas, a biologia da espécie e seus requerimentos para o cultivo (PROENÇA, 2001). Outro fator importante é a qualidade da água, que influencia na fisiologia e na adaptação do animal ao ambiente (PEREIRA *et al.*, 2003). Os principais fatores relacionados à qualidade da água para o sucesso de cultivos de ostras são a salinidade e a temperatura, ainda que as espécies de *Crassostrea* sejam consideradas eurialinas, euri térmicas e adaptadas ao ambiente estuarino (SIQUEIRA *et al.*, 2010). Além desses, também têm influência a concentração de oxigênio dissolvido, as correntes marinhas e o material particulado em suspensão (GALVÃO *et al.*, 2000).

Em relação ao ciclo reprodutivo, a exploração comercial destes moluscos é direta e indiretamente influenciada pelas características sexuais das espécies cultivadas e pelos respectivos estímulos ambientais e sazonais que interferem no amadurecimento gonadal e na liberação de gametas (CLEDÓN *et al.*, 2004).

As oscilações nos resultados zootécnicos e reprodutivos alcançados em cultivos de ostras em regiões estuarinas não podem ser atribuídas a uma causa única, mas à interação entre fatores biológicos, sazonais e processos ambientais (HOFSTETTER, 1990). Entretanto, poucos estudos investigaram os efeitos cumulativos de processos biológicos e ambientais e como eles contribuem para a mudança na estrutura da população de ostras (RAMOS e CASTRO, 2004). Para um

bivalve comercialmente importante, identificar e quantificar os fatores que levam a mudanças no desenvolvimento da população proporcionaria uma melhor compreensão do sistema, permitindo formar uma base para gestão eficiente do cultivo e dos estoques naturais (DEKSHENIEKS *et al.*, 2000). Siqueira *et al.* (2010) sugerem que o conhecimento da influência desses fatores pode otimizar os esforços dos produtores em cada etapa do processo de cultivo de ostras.

Resultados insatisfatórios de desempenho zootécnico e de desenvolvimento da ostreicultura como atividade econômica, principalmente entre os pequenos produtores, podem indicar falhas no planejamento de cultivos e inadequação destes ao ambiente para criação (SEBRAE, 2010). O conhecimento da qualidade da água, assim como dos aspectos reprodutivos para definir períodos de desova e maior recrutamento de larvas, são fatores importantes para desenvolver metodologias seguras e eficientes de cultivo (ERSE e BERNARDES, 2008).

A modelagem matemática pode ser uma ferramenta computacional capaz de auxiliar na compreensão e representação da influência que os fatores ambientais podem exercer sobre o desempenho do cultivo de ostras. Em posse das informações geradas por meio do uso de modelos, os produtores terão a sua disposição ferramentas consistentes para a realização de cálculos de análise da viabilidade de projetos de ostreicultura (ANGELINI, 2000).

O presente trabalho teve por objetivo identificar as principais fontes ambientais e sazonais de variação e quantificar o grau de efeito destas sobre os parâmetros biológicos de ostras *Crassostrea*.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas de material biológico e de dados foram realizadas na Baía de Guaratuba, sistema estuarino localizado na região Sul do Brasil (25° 52' S; 48° 39' W). As espécies de ostras monitoradas no ambiente foram *Crassostrea brasiliana*, *C. rhizophorae* e *C. gigas*, as quais podem ser encontradas tanto na natureza quanto

em cultivos comerciais realizados na região. Os cultivos experimentais, por sua vez, foram feitos exclusivamente com *C. brasiliiana*.

Os dados analisados no presente trabalho foram provenientes de seis distintos estudos, com avaliações realizadas individualmente: 1) monitoramento de parâmetros de qualidade da água; 2) coleta de água para pesquisa de larvas de ostras no plâncton; 3) captação de sementes na natureza utilizando coletores artificiais; 4) identificação molecular de sementes e larvas coletadas; 5) avaliação do estágio de maturidade reprodutiva de ostras; 6) desempenho zootécnico em cultivo experimental. Os dados foram mensalmente coletados, entre os meses de setembro de 2009 e fevereiro de 2011.

As metodologias de amostragem e de coleta de material a campo foram detalhadamente descritas no “Projeto de maricultura de ostras na Baía de Guaratuba-PR: desenvolvimento de bases tecnológicas, ecológicas e mercadológicas para o cultivo de ostras nativas” (GIA, 2009). Os dados gerados por este projeto serviram de base para a presente pesquisa.

Com base em um levantamento prévio dos bancos naturais de ostras existentes na baía de Guaratuba (ERSE e BERNARDES, 2008), foram selecionados três pontos para monitoramento da água, do plâncton e coleta das ostras adultas para as análises. Nos pontos selecionados já havia cultivos de ostras, comprovando a viabilidade para o desenvolvimento biológico dos animais. Contudo, os pontos se diferenciavam pela distinta influência de água marinha, costeira e continental sobre as variáveis físico-químicas da água, em cada local. O primeiro ponto localizava-se mais próximo à barra da baía, com maior participação de águas costeiras e marinhas; o segundo mais ao fundo da baía, recebia maior influência de águas dos rios afluentes, e; o terceiro ponto, em localização intermediária aos outros dois anteriores (Figura 1).

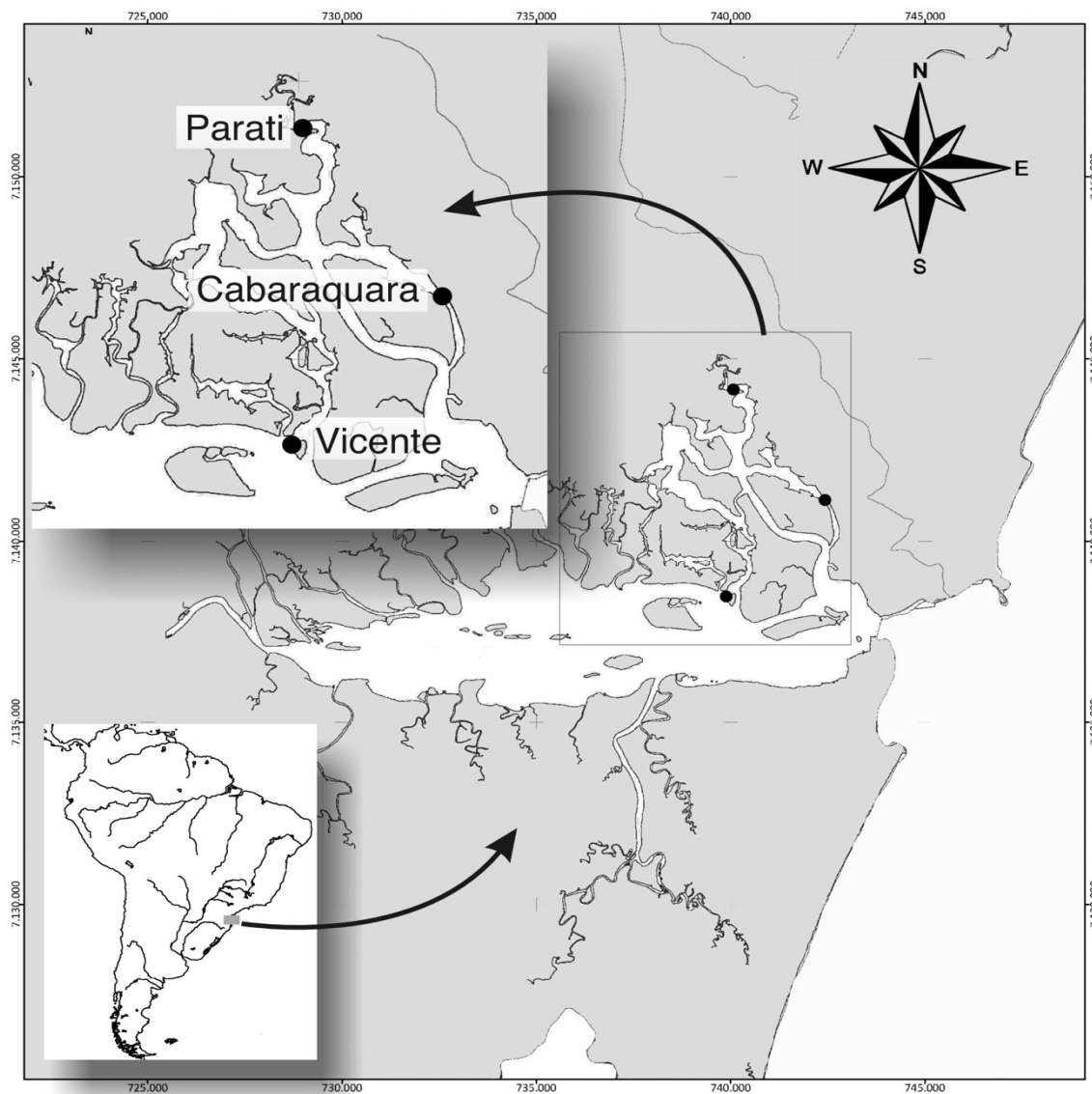


Figura 1. Localização da Baía de Guaratuba e a identificação dos pontos de coleta das amostras de água e animais.

A temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e transparência da água na região foram medidas diariamente durante todo o período de estudo. Quinzenalmente, 1.000 litros de água do estuário eram filtrados para avaliação microscópica, identificação e quantificação de larvas de *Crassostrea* spp. presentes no plâncton.

Foi também avaliada a viabilidade técnica da obtenção de sementes a partir do uso de coletores artificiais instalados próximos aos manguezais, em áreas onde é naturalmente observado o assentamento e o desenvolvimento natural de sementes.

Avaliaram-se aspectos como: melhor época do ano para instalação dos coletores, profundidade de instalação dos coletores e os locais mais favoráveis à captação de sementes. Para montar os coletores foram utilizadas placas de PVC cortadas em retângulos de 50 x 21 cm, lixadas, tornando sua superfície mais áspera, para facilitar a fixação das ostras. Cada coletor era composto de três placas, as quais eram amarradas de forma a ficarem dispostas em andares de 5 cm. Ao final da montagem era colocado um lacre, com numeração, para a posterior identificação. Mensalmente, os coletores eram retirados da água e, em laboratório, as sementes assentadas eram removidas, peneiradas em diferentes malhas para seleção de tamanho e, ao final do processo, contadas.

Objetivando melhorias no tratamento estatístico e na avaliação técnica dos resultados obtidos, o número mensal de larvas identificadas no plâncton e de sementes fixadas nos coletores foi relacionado com a máxima contagem mensal de cada uma das variáveis durante o período de avaliação, transformando os dados originais em uma taxa adimensional, comparáveis entre si.

Em laboratório, as larvas de ostras presentes no plâncton e as sementes fixadas nos coletores artificiais foram submetidas à identificação genética. Em ambos os casos, o material coletado a campo teve seu DNA nuclear e mitocondrial identificado por PCR (Polymerase chain reaction), com o uso de “primers” específicos para as espécies (LUDWIG, 2010), possibilitando a identificação das espécies *C. brasiliiana*, *C. rhizophorae* e *C. gigas*.

O monitoramento do ciclo reprodutivo de ostras coletadas em diferentes bancos naturais da baía de Guaratuba foi feito com base em análises histológicas de gônadas de *C. brasiliiana*. As ostras coletadas mensalmente foram encaminhadas vivas, sob refrigeração, ao laboratório, para extração do tecido gonadal e identificação histológica do estágio reprodutivo dos animais. Estes estágios foram definidos como: imaturo (ou não possível de avaliação da gônada), em maturação (gametogênese), maduros (gametas aptos à reprodução) e desovados (ou

esvaziados no caso de machos), segundo descrição proposta por Galvão *et al.* (2000).

O cultivo experimental de *C. brasiliiana* foi avaliado em dois sistemas: de mesa e em espinhel. As ostras foram alojadas em travesseiros previamente numerados e submetidas à biometria realizada uma vez ao mês, durante todo o período de estudo. Nos cultivos realizados, em cada um dos sistemas, foram monitorados os seguintes parâmetros biológicos e zootécnicos: altura, comprimento, largura, taxas de crescimento e de mortalidade das ostras, biomassa produzida e produtividades.

Todos os resultados numéricos destes seis subprojetos foram tabelados em um banco de dados único, agrupados por mês e ano das coletas, mantendo-se a originalidade das medidas centrais e de dispersão de cada variável, possibilitando análises individuais e conjuntas. Os métodos estatísticos empregados foram definidos caso a caso, de acordo com a sua especificidade, pressupostos e objetivos da avaliação de cada variável.

A partir de análises de regressão múltipla foi definida a importância de cada variável ambiental sobre as variáveis biológicas e, conjuntamente, a significância dos respectivos efeitos e do coeficiente de determinação das equações geradas. Por meio de sistemas de seleção de coeficientes significativos, foram definidas quais variáveis ambientais seriam contempladas em cada equação de predição de resultados biológicos. Para avaliar a inter-relação entre os grupos de variáveis, foram realizadas análises de correlação canônica e componentes principais. Para todos os testes aplicados, foi considerado o nível de 95% de confiabilidade. Foram empregados para as avaliações estatísticas os programas SPSS Statistics v.18 (IBM SPSS, 2010) e Statistica v.8.0 (STATSOFT, 2009).

RESULTADOS

Na Tabela I estão apresentados os efeitos sazonais sobre as principais variáveis estudadas. Os dados foram agrupados de acordo com as estações climáticas.

Houve diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as estações para todas as variáveis dependentes.

Tabela I. Efeito sazonal sobre variáveis ambientais, reprodutivas e zootécnicas de ostras *Crassostrea* na Baía de Guaratuba.

Índices	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Temperatura (°C)	25,8 ^a	23,8 ^b	20,6 ^c	24,0 ^b
Salinidade (UPS)	16,8 ^b	17,2 ^{ab}	18,2 ^a	17,0 ^b
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,9 ^b	6,0 ^b	6,5 ^a	6,4 ^{ab}
Oxigênio Dissolvido (%)	73,5 ^b	83,3 ^a	74,5 ^b	81,3 ^{ab}
Transparência (cm)	83,2 ^b	91,8 ^b	132,8 ^a	98,1 ^b
Animais em maturidade sexual (%)	66,7 ^{ab}	51,6 ^b	25,1 ^c	77,6 ^a
Larvas no Plâncton (% ^{**})	61,7 ^a	20,9 ^b	6,4 ^c	17,6 ^b
Fixação de sementes (% ^{**})	46,3 ^a	14,0 ^b	0,1 ^c	5,6 ^{bc}
Crescimento de carne (%)	8,9 ^b	31,4 ^a	11,6 ^{ab}	-7,6 ^c
Mortalidade (%)	4,5 ^b	4,9 ^b	7,0 ^a	4,3 ^b

* Letras distintas em mesma linha diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo Teste de Fisher. ** Percentual em relação aos valores máximos mensais observados para cada variável, durante o período de coleta de dados.

Os resultados da estatística descritiva obtidos para as variáveis ambientais de qualidade da água, entre os meses da avaliação, estão apresentados na Tabela II. Foi observado que todas as variáveis apresentaram seus dados com aderência ($P > 0,05$) à curva normal de Gauss (Teste de Shapiro-Wilk) e com homocedasticidade ($P > 0,05$) entre os meses e as estações do ano (Teste de Bartlett), permitindo sua avaliação por métodos estatísticos paramétricos, sem a necessidade de transformações matemáticas.

De acordo com a comparação entre os coeficientes de variação (Teste de Levêne) de distribuição das duas variáveis relativas ao oxigênio dissolvido (em mg/L

e em percentagem de saturação), é possível afirmar que houve diferença significativa entre estas dispersões.

Tabela II. Estatística descritiva das variáveis ambientais na água do estuário da Baía de Guaratuba, entre setembro de 2009 e janeiro de 2011.

	Temperat. (°C)	Salinidade (UPS)	Oxigênio (mg/L)	Oxigênio (%)	Transparênc. (cm)
Média	23,9	17,4	6,2	78,2	98,7
Desvio Padrão	2,2	1,0	0,6	8,7	28,9
Coefic. Variação (%)	9,28	5,78	9,56	11,11	29,26
Mínimo	20,0	15,3	5,0	62,3	52,5
Máximo	27,2	19,1	7,0	90,1	155,0
Normalidade (Prob.)	0,36	0,84	0,08	0,43	0,21

Apesar de as duas terem sido obtidas a partir de mesmas amostras, coletadas nos mesmos locais e momentos, a medida absoluta apresentou menor grau de variabilidade do que a medida proporcional ($P < 0,05$). A partir desta constatação, elegeu-se a medida absoluta para obtenção das respostas de oxigênio sobre as variáveis reprodutivas e zootécnicas.

A Figura 2 apresenta a sazonalidade de predominância dos estágios de desenvolvimento reprodutivo das ostras, a partir de análises histológicas das gônadas. Houve presença de animais imaturos apenas de maio a dezembro. Animais em reprodução ou maturidade sexual, caracterizados pelos grupos de maturação e maduros, concentraram-se entre os meses da primavera e de verão (Tabela I).

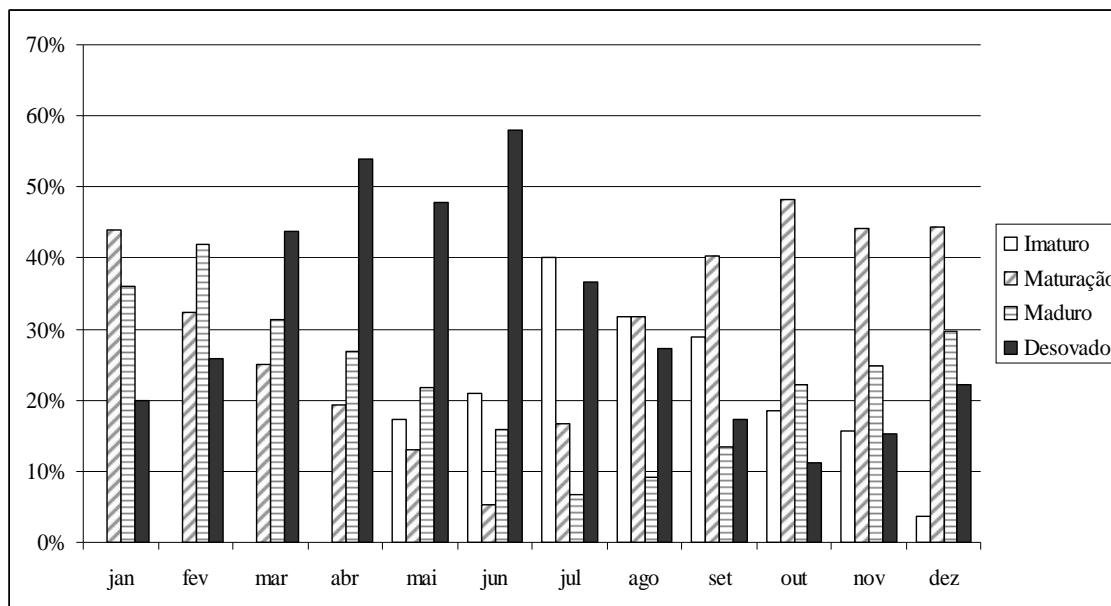


Figura 2. Proporção de ostras *Crassostrea* do estuário da Baía de Guaratuba em diferentes estágios de desenvolvimento gonadal, ao longo do ano.

Comparando a proporção de animais em maturidade sexual e, subsequentemente, animais desovados, observa-se que o pico de desova ocorreu nos meses de verão. Após a fase de desova, durante os meses de inverno, passam a ter maior frequência animais imaturos e em maturação. Após os meses que apresentaram as maiores temperaturas da água ao longo do ano, seguiu-se uma queda na frequência de indivíduos em repleção de gametas e aumento na proporção de animais desovados.

Nos meses que sucederam os picos de animais em maturidade sexual, foi observada a maior concentração de larvas de ostras no plâncton. Tais picos, por sua vez, antecederam os de captação de sementes através dos coletores artificiais. Houve maior taxa de captação de sementes nos meses do verão, sendo praticamente nula em outras épocas do ano, ou seja, o período de recrutamento de larvas foi concentrado de novembro a abril (Figura 3).

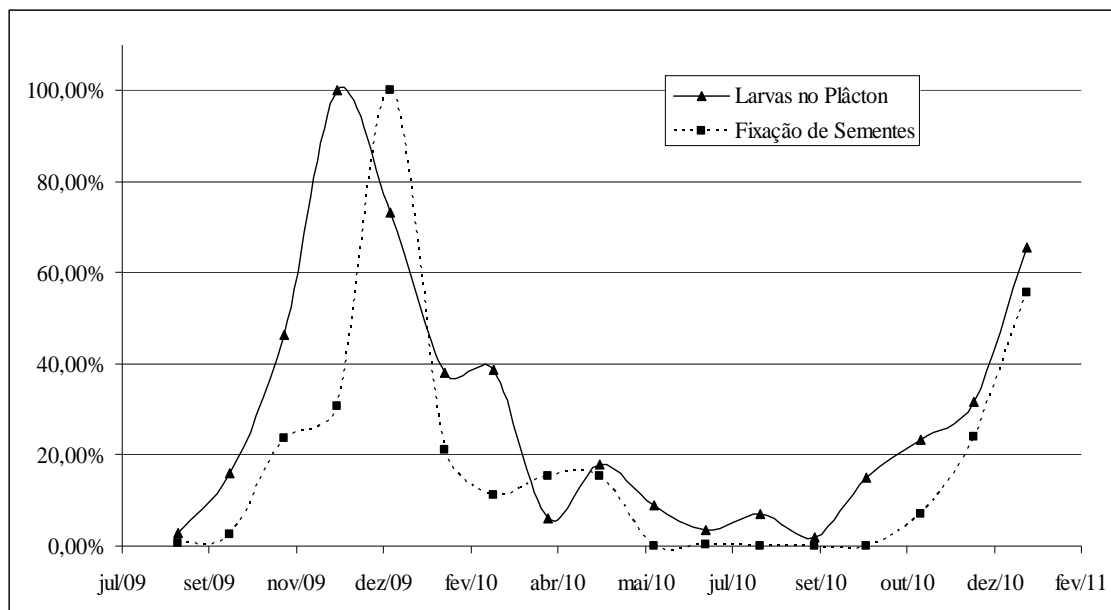


Figura 3. Quantificações de larvas no plâncton e de fixação de sementes de ostras *Crassostrea* da Baía de Guaratuba, apresentados como percentual em relação aos valores mensais máximos observados no período, entre setembro de 2009 e janeiro de 2011.

Analisando-se a taxa de incremento em peso da carne das ostras (sem considerar as conchas) no cultivo experimental, pôde-se observar que os animais apresentaram crescimento significativamente maior nos meses de outono e inverno, seguidos de perda de peso nos meses da primavera, quando havia maior percentual de animais em maturação. Observou-se redução significativa de peso da carne durante o período desova. Estas variações temporais estão apresentadas, de forma conjunta, na Figura 4.

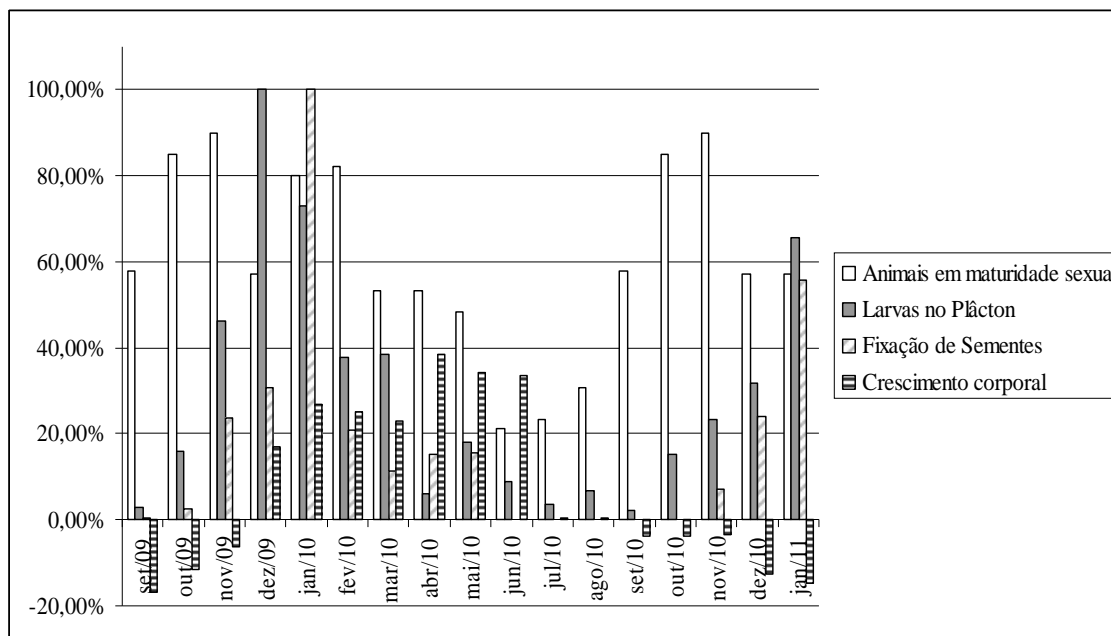


Figura 4. Variação temporal da proporção de animais em maturidade sexual, presença de larvas no plâncton, fixação de sementes em coletores artificiais e crescimento de carne de ostras *Crassostrea* da Baía de Guaratuba, de setembro de 2009 a janeiro de 2011.

Ao longo do ano, há semelhante isolamento das espécies de ostras estudadas em estágio larval no plâncton e de sementes fixadas em coletores artificiais: *C. rhizophorae*, *C. brasiliiana* e *Crassostrea* spp. A terceira espécie foi considerada indeterminada, havendo similaridade com *C. gigas*, porém, não houve especificidade suficiente na técnica de PCR que permitisse sua identificação. Considerando o total de amostras avaliadas no período, foram obtidas proporções de 36%, 33% e 31%, respectivamente, para as espécies. Quando comparados entre si, estes percentuais são semelhantes pelo Teste Exato de Fisher ($P > 0,05$).

Contudo, a distribuição temporal de isolamento é distinta para as três espécies, havendo segregação dos picos de identificação para cada uma das espécies. Durante o verão e outono juntos, no mesmo período do ano com maior quantidade de larvas e sementes no estuário, houve maior presença de *Crassostrea* spp. (41%), porém, no inverno a prevalência de larvas desta espécie caiu a 11%. Para *C.*

rhizophorae, as estações de maior identificação em valores absolutos também foram o verão e outono, contudo, em valores proporcionais, houve maior prevalência (62%) de identificação de larvas desta espécie na primavera. O mesmo foi observado para a *C. brasiliiana*, com maior identificação em valores absolutos no verão e outono, sendo maior prevalência de larvas no inverno (Figura 5).

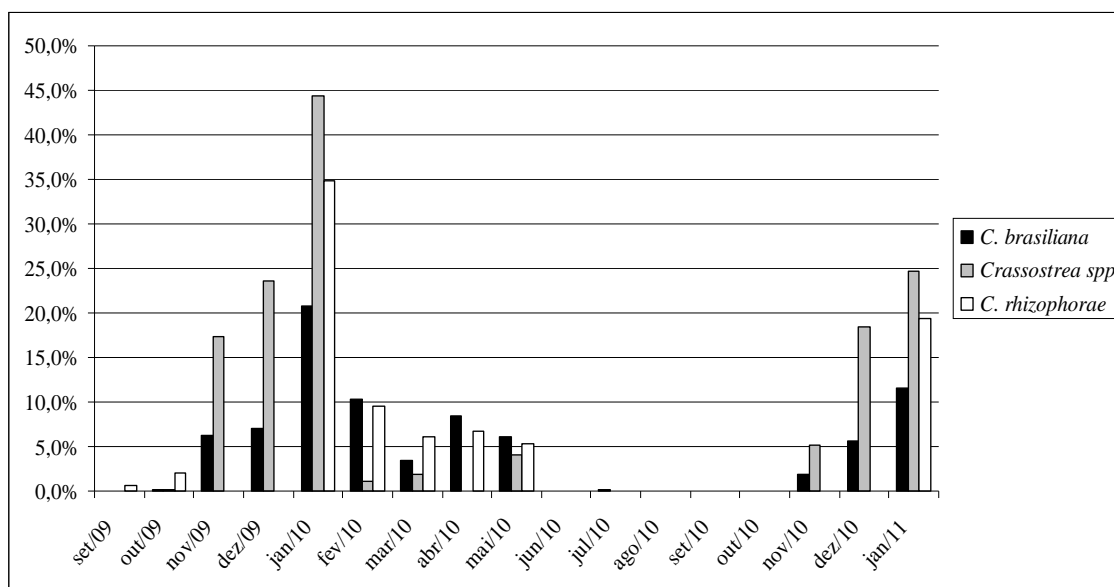


Figura 5. Frequência mensal de identificação molecular de espécies de *Crassostrea* sp. em sementes fixadas em coletores artificiais na Baía de Guaratuba, de acordo com a fixação no período de setembro de 2009 a janeiro de 2011.

Por meio de análise de correlação canônica, obteve-se a confirmação ($P < 0,05$) que a variação conjunta das variáveis ambientais interferiu na variação conjunta das variáveis biológicas. Para esta análise, a redundância de variância entre estes grupos foi de 53,8%, ou seja, a variação conjunta dos dados ambientais explicou mais da metade da variação conjunta dos dados biológicos. Os resultados de componentes principais indicam que os dados ambientais foram capazes de explicar 67,7% da variabilidade dos dados biológicos, havendo correlação positiva para temperatura e oxigênio dissolvido, porém, negativa para salinidade e transparência.

A partir de análises de regressão, os fatores ambientais estudados foram capazes de explicar, individualmente, as variações ($P < 0,05$) de estágio de desenvolvimento gonadal, maturidade sexual, coleta de sementes e crescimento corporal (Tabela III).

Tabela III. Coeficientes obtidos da análise de regressão múltipla, envolvendo as variáveis ambientais e índices zootécnicos, com o nível de explicação da dimensão observada.

Índices	Coeficientes da Equação (Prob.)					R^2
	Interseção eixo "y"	Temper. (°C)	Salinidade (UPS)	Oxigênio (mg/L)	Transpar. (cm)	
Desenv. gonadal*	- (0,990)	-0,108 (0,804)	0,188 (0,044)	0,733 (0,011)	-0,398 (0,390)	0,705 (0,043)
Animais maturidade sexual (%)	- (0,637)	-0,017 (0,967)	0,052 (0,821)	0,439 (0,049)	-0,704 (0,135)	0,729 (0,057)
Larvas no plâncton (und/ml)	- (0,753)	0,604 (0,200)	-0,419 (0,092)	-0,095 (0,071)	0,107 (0,822)	0,467 (0,169)
Fixação de sementes (und/m ²)	- (0,284)	1,268 (0,002)	-0,680 (0,002)	0,326 (0,049)	-0,995 (0,009)	0,878 (0,004)
Cresc. Corporal (%)	- (0,510)	-0,564 (0,092)	-0,170 (0,320)	0,732 (0,002)	-0,702 (0,052)	0,859 (0,007)
Mortalidade (%)	- (0,916)	0,948 (0,442)	-0,740 (0,339)	0,676 (0,271)	0,226 (0,863)	0,515 (0,579)

* Escore de desenvolvimento gonadal, variando de 0 para animais com gônadas imaturas a 4 para animais desovados.

Com base nestes resultados, a variação de fixação de sementes em coletores pôde ser explicada, significativamente ($P < 0,05$), por todos os fatores ambientais estudados. Por outro lado, nenhum fator ambiental foi capaz de explicar ($P > 0,05$) a

variação temporal da mortalidade registrada no cultivo experimental. Sob outro ponto de vista, a variável ambiental que, em significância, mais interferiu nos índices biológicos foi a concentração de oxigênio dissolvido. Não obstante, a temperatura foi a variável ambiental que menos influenciou os índices biológicos. As equações de regressão não apresentaram coeficientes para interseção no eixo “y”.

DISCUSSÃO

A metodologia utilizada neste projeto se mostrou bastante adequada para compreensão dos processos biológicos e ambientais relacionados aos ciclos naturais de *Crassostrea* spp.

A diferença entre as estações do ano sobre as variáveis analisadas denota a importância dos fatores sazonais sobre os parâmetros de qualidade de água e, por sua vez, destes sobre os ciclos de crescimento e reprodução das ostras no estuário estudado.

A temperatura de conforto para as espécies estudadas está na faixa de 22 a 29 °C, mas ostras *C. rhizophorae* e *C. brasiliana* podem tolerar áreas com temperatura de até 34 °C (BARLIZA e QUINTANA, 1992). Segundo FABIOUX *et al.* (2005), a temperatura máxima para o desenvolvimento reprodutivo de ostras é 30 °C. Miranda e Guzinski (1999), analisando o crescimento corporal e a sobrevivência, concluíram que as temperaturas entre 23 e 25 °C são as mais adequadas ao cultivo de *C. rhizophorae*. Segundo os autores, sob temperaturas inferiores a 22 °C foi verificado aumento de mortalidade. Em conformidade com o resultado observado pelos autores, foram também nos meses de inverno que se observou a maior taxa de mortalidade no presente trabalho.

Tureck *et al.* (2004), em estudo realizado na baía de Babitonga (litoral norte do Estado de Santa Catarina, Brasil), registraram aumento das taxas de mortalidade de *C. gigas* nos meses de outono. Os autores sugerem que os menores valores de salinidade, somados à diminuição temperaturas da água e aos baixos valores de

oxigênio dissolvido observados neste período do ano, contribuem para os sinais de estresse apresentado pelas ostras sob estas condições.

Brito (2008) avaliou o efeito da salinidade e concluiu que os maiores valores para taxas de crescimento corporal foram registrados entre 20 e 25 UPS, que representa um valor médio típico de baías e estuários. Porém, em salinidades abaixo de 8 UPS as ostras adultas fecham suas conchas e param de filtrar, comprometendo seu crescimento e desenvolvimento reprodutivo (NASCIMENTO e PEREIRA, 2004). Guimarães *et al.* (2008) sugerem que o cultivo de *C. rhizophorae* deve ser realizado em estuários com variação de salinidade entre 15 e 25 UPS, objetivando maximizar a taxa de sobrevivência.

Segundo Gomez *et al.* (1995), para seleção de área adequada para o cultivo de ostras, a salinidade da água deve estar entre 25 e 35 UPS. Lemos *et al.* (1994) afirmaram que as larvas sobrevivem e crescem melhor nessas salinidades. Miranda e Guzinski (1999) concluíram que a melhor salinidade para a produção de sementes em laboratório varia de 25 a 30 UPS. No entanto, na presente avaliação, os valores de salinidade variaram de 15,3 a 19,4 UPS, com salinidade média de 17,1 ($\pm 1,0$) UPS ao longo de todo o período de avaliação.

Conforme Andriguetto Filho e Marchioro (2002), a salinidade na baía de Guaratuba varia de forma indiretamente proporcional à pluviosidade, pois o maior aporte de água da chuva pelos rios faz reduzir a salinidade na água do estuário. Esta constatação explica porque a salinidade foi significativamente inferior nos meses de verão e outono, período historicamente de maior pluviosidade na região (CIRIO, 2005).

Gomez *et al.* (1995) sugerem que, para seleção de área adequada para o cultivo de ostra do mangue, a concentração de oxigênio dissolvido deva estar entre 2 e 5 mg/L. Os valores mensais mínimos sempre ficaram, ao longo do período de avaliação, acima do que sugerem os autores. No entanto, os resultados observados para o crescimento, sobrevivência e atividade reprodutiva comprovam que a elevada

concentração de oxigênio dissolvido na baía de Guaratuba não foi limitante aos processos fisiológicos normais dos animais.

Em estuários, o material em suspensão na água está geralmente relacionado com a ressuspensão de sedimentos do fundo, às taxas pluviométricas, às correntes de maré e às concentrações de fitoplâncton (HOSTIN, 2003). Nos meses de inverno houve significativo aumento da transparência da água. Nesta região, há menor pluviosidade no inverno e o desenvolvimento do fitoplâncton pode ser comprometido por conta da menor temperatura da água e baixo aporte de nutrientes continentais (IPARDES, 1995; CIRIO, 2005; CHAVES e BOUCHEREAU, 1999).

A constatação de maior presença de animais desovados encontrada no período de verão e outono confere com os resultados obtidos por Galvão *et al.* (2000), ao avaliarem o ciclo reprodutivo de ostras nativas em Cananéia/SP. Nestes casos a precipitação pluviométrica contribuiu para o fenômeno, sendo essa razão de se observar, nessa época do ano, uma maior frequência de indivíduos em fase de eliminação de gametas (AKABOSHI e PEREIRA, 1981). Por outro lado, em regiões tropicais, a eliminação de gametas pode ser contínuo, sem períodos de repouso sexual (LENZ e BOEHS, 2011).

Sabe-se que a diminuição da salinidade, ocorrida em consequência da maior pluviosidade no verão, pode estimular as ostras a eliminarem gametas. Zamora *et al.* (2003), estudando *C. virginica* no México, encontraram alta correlação entre a salinidade e eventos de gametogênese e desova. Oocistos de ostras que vivem sob condições de salinidade estuarina, frequentemente apresentam citólise osmótica das células da gônada, quando submetidas a condições de variação brusca de salinidade, culminando com a liberação dos gametas (GALTSOFF, 1964).

De acordo com Lenz e Boehs (2011), além da salinidade, outros fatores devem ser considerados nos processos de estímulo, intensidade e duração dos eventos reprodutivos. Dentre eles, a disponibilidade de alimento, que exerce uma forte influência principalmente na determinação do acúmulo de reservas nutritivas para posterior liberação dos gametas (HOPPER *et al.*, 1998). O efeito da salinidade e da

temperatura pode refletir nas mudanças na qualidade nutricional e abundância de alimento (LUCAS *et al.*, 1988; ZAMORA *et al.*, 2003; NISHIDA *et al.*, 2006). A diferença de fotoperíodo em médias latitudes, como no caso da baía de Guaratuba pode estimular o acúmulo de glicogênio e desencadear o processo de liberação de gametas (GROTTA e LUNETTA, 1982). FABIOUX *et al.* (2005) afirmam que o ciclo gametogênico seria completamente modulado, acelerado ou atrasado pelos parâmetros de temperatura da água, além da influência direta do fotoperíodo.

Sobre a fixação de sementes ao longo do ano, Absher (1989) observou que, na região de Paranaguá/PR, o recrutamento de ostras tem início em setembro e prolonga-se até abril, com picos máximos em dezembro, associados à temperatura da água do estuário. A coleta de sementes naturais de ostras pode se constituir em parte primordial para o sucesso da ostreicultura, principalmente quando se sabe que há um flagrante déficit na relação oferta/demanda de sementes na região e na maior parte do país, tendo influência direta nos custos e nos níveis de manejo dos empreendimentos comerciais (HENRIQUES *et al.*, 2010; WAKAMATSU, 1973). Os resultados obtidos indicam que há viabilidade de coleta de sementes de ostras com coletores artificiais nos meses de verão. A coleta em diferentes estações pode ser uma alternativa para seletividade de recrutamento de espécies isoladas, uma vez que há meses com maior presença apenas de uma das espécies.

Empregando análise de componentes principais, Ramos e Castro (2004) verificaram que as variáveis ambientais que tiveram influências mais significativas sobre o crescimento da ostra *C. rhizophorae* foram o material particulado em suspensão, a velocidade de corrente, a salinidade e as concentrações de oxigênio dissolvido. Os autores sugeriram que elevadas amplitudes de marés, juntamente com as velocidades de corrente e a sazonalidade na área dos cultivos, sejam fatores dominantes agindo direta e indiretamente nos ecossistema, como também no comportamento das variáveis estudadas.

Christo (2006), também a partir de resultados da análise de componentes principais em dados de crescimento de *C. rhizophorae*, observou que os maiores

valores do índice de condição corporal e do rendimento de carne estavam associados à alta temperatura da água, maior disponibilidade de fitoplâncton e alta pluviosidade em condições ambientais de menor salinidade e transparência da água. Segundo o autor, estes fatores ambientais foram capazes de explicar 87,67% da variabilidade total dos dados coletados.

Tureck *et al.* (2004), aplicando análise de regressão múltipla aos dados de influência de variáveis ambientais sobre os índices biométricos de ostras *C. gigas*, observaram coeficientes significativos ($P < 0,05$) para as variáveis de temperatura de água, salinidade, pH e concentração de oxigênio dissolvido. Neste mesmo trabalho, os autores identificaram que cultivos em locais com maior estabilidade de variações de parâmetros ambientais apresentam índices de crescimento significativamente maiores quando comparados a cultivos realizados em locais onde os mesmos parâmetros apresentaram variações mais bruscas e constantes. Conceitualmente, todas as equações de predição deveriam, de fato, não possuir valor para interseção no eixo “y”, considerando a incompatibilidade de ocorrência de qualquer processo biológico, caso os resultados das variáveis ambientais avaliadas fossem zero.

Novos estudos sobre a influência de outras variáveis ambientais, como pH da água, quantificação de clorofila e material particulado em suspensão, dinâmica de corrente e índices pluviométricos, sobre este bivalve podem melhorar a precisão dos modelos matemáticos de predição de cultivos de ostras *Crassostrea*. A obtenção de um banco de dados mais extenso permitiria melhor explicação da variabilidade de resultados obtidos durante os cultivos.

Os resultados obtidos pelas análises de regressão e multivariadas permitiram a eleição, por importância estatística, de variáveis ambientais que devem compor modelos matemáticos para predição de crescimento de ostras em cultivos e ciclos reprodutivos de animais em bancos naturais. A compreensão da variação temporal dos fatores ambientais e biológicos estudados possibilita a adequação de práticas de manejo zootécnico e ambiental, objetivando melhor compreensão e aproveitamento dos processos bióticos e abióticos dos estuários.

Os dados e informações obtidos neste trabalho permitem observar um quadro preliminar, porém integrado, dos processos ambientais e biológicos que interferem no ciclo biológico e no cultivo de ostras na baía de Guaratuba.

Os resultados mostram que o monitoramento regular das variáveis ambientais, dos fatores sazonais e a caracterização do desenvolvimento zootécnico e do ciclo reprodutivo dos animais podem ser empregados como ferramentas para o planejamento estratégico e técnico da ostreicultura na região, o que, por sua vez, é determinante para o sucesso e para a sustentabilidade da atividade.

A partir dos resultados obtidos na presente pesquisa, permite-se fazer recomendações a ostreicultores, na busca de maior sucesso técnico e econômico, com adequação de práticas de manejo, de acordo com as inter-relações identificadas entre os fatores ambientais, sazonais e biológicos. Dentre elas: utilizar coletores artificiais apenas nos meses do verão; se possível, fazer a colheita dos animais no final do inverno e início da primavera se o objetivo for o beneficiamento das ostras e a venda apenas da carne, e; estabelecer um programa continuado de monitoramento das variáveis de temperatura da água, salinidade e transparência da água. A obtenção de um banco de dados mais extenso irá ajudar na melhor explicação da variabilidade de resultados obtidos durante os cultivos.

Ademais, novos estudos sobre a influência de outras variáveis ambientais, como pH da água, quantificação de clorofila e material particulado em suspensão, dinâmica de corrente e índices pluviométricos, sobre este bivalve podem melhorar as técnicas de manejo e aumentar a viabilidade dos cultivos de espécies nativas do gênero *Crassostrea*.

Com base nas informações geradas, será possível desenvolver modelos matemáticos que permitam compreender a relação de desenvolvimento biológico de ostras *Crassostrea* com o ambiente e suas respostas às condições de cultivos e nos bancos naturais, orientando a tomada de decisão de produtores, gestores públicos e pesquisadores.

REFERÊNCIAS

ABSHER, T.M. Populações naturais de ostras do gênero *Crassostrea* do litoral do Paraná - Desenvolvimento larval, recrutamento e crescimento. **Tese Doutorado** (Instituto Oceanográfico), Universidade de São Paulo, 1989.

AKABOSHI, S.; PEREIRA, O.M. Captação de larvas de ostras *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) em ambiente natural. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.8, n.1, p.87-104, 1981.

ANDRIGUETTO FILHO, J.M.; MARCHIORO, N.P.X. Diagnóstico e Problemática para Pesquisa, p.159-194. *In*: RAYNAUT, C.; ZANONI, M.; LANA, P.C. (Ed.). **Desenvolvimento e Meio Ambiente: em busca da interdisciplinaridade**. Curitiba, UFPR, 293p, 2002.

ANGELINI, R. Ecologia e modelagem matemática. **Ciências Biológicas e do Meio Ambiente**, v.2, n.2, p.225-242, 2000.

BARLIZA, F.; QUINTANA, C. **Contribución al desarrollo de la ostricultura en la Ciénaga Grande de Santa Marta**. Santa Marta, Universidad del Magdalena, 115p, 1992.

BAUTISTA, C. **Moluscos: tecnología de cultivo**. Madrid, Ed. Mundi. 167p, 1989.

BRITO, L. Efeito da salinidade sobre o crescimento da ostra nativa *Crassostrea* sp como subsídio ao desenvolvimento da maricultura de espécies nativas em mar aberto. **Dissertação de Mestrado** (Pós-Graduação em Sistema Costeiro e Oceânico), Universidade Federal do Paraná, 49p., 2008.

CHAVES, P. ; BOUCHEREAU, J. Biodiversité et dynamique des peuplements ichthyiques de la mangrove de Guaratuba, Brésil. **Oceanologica Acta**, v.22, n.3, p.353-364, 1999.

CHRISTO, S.W. Biologia reprodutiva e ecologia de ostras do gênero *Crassostrea* (Sacco, 1897) na Baía de Guaratuba (Paraná – Brasil): um subsídio ao cultivo. **Tese de Doutorado** (Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia), Universidade Federal do Paraná, 146 p., 2006.

CIRIO, S.M. Epidemiologia e clínica de cães portadores de dirofilariose em espaços urbanos de município do litoral do Paraná e aspectos da histologia de *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823, Culicidae). **Tese de Doutorado** (Pós-Graduação em Ciências Biológicas), Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 139p, 2005.

CLEDÓN, M.; BRICHTOVA, J.L.; GUTIÉRREZ, J.L.; PENCHASZADEH, P.E. Reproductive cycle of the stout razor clam, *Tagelus plebeius* (Lightfoot, 1786), in the mar Chiquita coastal lagoon, Argentina. **Journal of Shellfish Research**, v.23, n.2, p.443-446, 2004.

COSTA, P.F. Biologia e tecnologia para o cultivo. Manual de Maricultura. *In*: Marinha do Brasil. Instituto Nacional de Estudos do Mar. Rio de Janeiro, 500p, 1985.

DEKSHENIEKS, M.M.; HOFMANN, E.E.; POWELL, E.N. Quantifying the effects of environmental change on an oyster population: a modeling study. **Journal of Coastal and Estuarine Research**, v.23, n.5, p.593–610, 2000.

ERSE, E.B.; BERNARDES, M.A. Levantamento de estoques de *Crassostrea sp.* em bancos naturais no litoral paranaense. **Revista Biotemas**, v.21, n.2, p.57-63, 2008.

ESCAPA, M.; ISACCH, J.P.; DALEO, P.; ALBERTI, J.; IRIBARNE, O.; BORGES, M.; DOS SANTOS, E.P.; GAGLIARDINI, D.A.; LASTA, M. The distribution and ecological effects of the introduced Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) in northern Patagonia. **Journal of Shellfish Research**, v.23, n.1, p.765-772, 2004.

FABIOUX, C.; HUVETA, A.; SOUCHUA, P.; PENNECB, M.; POUVREAU, S. Temperature and photoperiod drive *Crassostrea gigas* reproductive internal clock. **Aquaculture**, v.250, n.2, p.458-470, 2005.

FAO. **Global Aquaculture Production 1950-2009**. Rome, Food and Agriculture Organization. Disponível em: www.fao.org/fishery/statistics. 2009. [Acesso: 15.abr.2011]

FRANCESCHI, F.; PESTANA, D.A. A ostreicultura paranaense. **Revista do GIA**, v.1, n.1, p.15-16, 2006.

GALTSOFF, P.S. The American oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin). **Fishery Bulletin**, v.64, n. 1, p.11-28, 1964.

GALVÃO, M.S.N.; PEREIRA, O.M.; MACHADO, I.C.; HENRIQUE, M.B. Aspectos reprodutivos da ostra *Crassostrea brasiliiana* de manguezais do estuário de Cananéia, SP. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.26, n.2, p.147-162, 2000.

GIA. **Projeto de Maricultura de Ostras no Complexo Lagamar-SP e Baía de Guaratuba –PR: Desenvolvimento de bases tecnológicas, ecológicas e mercadológicas**. Curitiba, Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais, UFPR, 63p, 2009.

GOMEZ, H.; ARIAS, L.M.; PEREZ, C.; DUEÑAS, P.R.; FRIAS, J.A.; SILVA, L.M.; PEREA, L.S.; VALLEJO, A.; DAZA, P.V.; TORRES, M. **Fundamentos de Acuicultura Marina**. Santa Fe de Bogotá, Colombia, INPA, 543p, 1995.

GROTTA, M.; LUNETTA, J.E. Reproductive physiological variation of *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca-Bivalvia), in different latitudes. **Revista Nordestina de Biologia**, v.5, n.1, p.21-28, 1982.

GUIMARÃES, I.M.; GOMES, A.I.; PEIXOTO, S.; OLIVEIRA, A. Influência da salinidade sobre a sobrevivência da ostra do mangue, *Crassostrea rhizophorae*. **Arquivos de Ciências do Mar**, v.41, n.1, p.118-122, 2008.

HENRIQUES, M.B.; MACHADO, I.C.; FERNANDES, L. Análise econômica comparativa dos sistemas integral e de engorda da ostra do mangue *Crassostrea* spp. no estuário de Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.36, n.4, p.307-316, 2010.

HOFSTETTER, R.P. **The Texas Oyster Fishery: Report 40**. Austin, Texas, Texas Parks and Wildlife Department, 56p, 1990.

HOPPER, D.R.; HUNTER, C.L.; RICHMOND, R.H. Sexual reproduction of the tropical sea cucumber, *Actinopyga mauritiana* (echinodermata: Holothuroidea), in Guam. **Bulletin of Marine Science**, v.63, n.1, p.1-9, 1998.

HOSTIN, L.M. Influência de cultivos de ostras (*Crassostrea* SACCO, 1897) nas comunidades macrobênticas de um canal de maré da Baía de Guaratuba, Paraná. **Dissertação de Mestrado** (Pós-Graduação em Ciências Biológicas), Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 76p, 2003.

IBAMA. **Proteção e controle de ecossistemas costeiros: manguezal da Baía da Babitonga**. Brasília, Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca, 105p, 1998.

IBM SPSS. **SPSS Statistics v.18**. Disponível em: www.spss.com. 2010. [Acesso: 15.abr.2011]

IGNACIO, B.L.; ABSHER, T.M.; LAZOSKI, C.; SOLÉ-CAVA, A.M. Genetic evidence of the presence of two species of *Crassostrea* (Bivalvia: Ostreidae) on the coast of Brazil. **Marine Biology**, v.136, n.6, p.987-991, 2000.

IPARDES. **Diagnóstico ambiental da APA de Guaraqueçaba**. Curitiba, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, 166p, 1995.

LEMOS, M.B.N.; NASCIMENTO, I.A.; DE ARAÚJO, M.M.S.; PEREIRA, S.A.; BAHIA, I.; SMITH, D.H. The combined effects of salinity, temperature, antibiotic and aeration on larval growth and survival of the oyster *Crassostrea rhizophorae*. **Journal of Shellfish**, v.13, n.1, p.187-192, 1994.

LENZ, T.; BOEHS, G. Ciclo reproductivo del ostión de manglar *Crassostrea rhizophorae* (Bivalvia: Ostreidae) en la Bahía de Camamu, Brasil. **International Journal of Tropical Biology and Conservation**, v.59, n.1, p.137-149, 2011.

LUCAS, A.F.B.; NASCIMENTO, V.M.; COLARES DE MELO, J.S. Variação nictemeral e sazonal de temperatura e oxigênio dissolvido em viveiros e tanques do CEPTA. **Boletim Técnico do Centro de Treinamento em Aquicultura (CEPTA)**, v.1, n.2, p.37-45, 1988.

LUDWIG, S. Otimizando a detecção e identificação de larvas, sementes e adultos de *Crassostrea spp.* (Sacco 1897) através de marcadores moleculares. **Dissertação de Mestrado** (Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia), Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 83p, 2010.

MELO, C.M.R.; SILVA, F.C.; GOMES, C.H.A.M.; SOLÉ-CAVA, A.M.; LAZOSKI, C. *Crassostrea gigas* in natural oyster banks in southern Brazil. **Biological Invasions** v.12, n.3, p.441-449, 2009.

MIRANDA, M.B.B.; GUZENSKI, J. Cultivo larval da ostra do mangue, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), em diferentes condições de temperatura, salinidade e densidade. **Arquivos de Ciências do Mar**, v.32, n.1, p.73-84, 1999.

NASCIMENTO, I.A.; PEREIRA, S.A. Cultivo da ostra de mangue *Crassostrea rhizophorae* (Guilding 1828). In: Poli, C.R. *et al.* (Eds.). Aquicultura. Florianópolis, Multitarefa Editora. p.267-288, 2004.

NISHIDA, A.K.; NORDI, N.; ALVES, R.R.N. Mollusk production associated to lunar-tide cycle: a case study in Paraíba State under ethnoecology viewpoint. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v.2, n.28, p.1-6, 2006.

PEREIRA O.M.; MACHADO, I.C.; HENRIQUES, M.B.; YAMANAKA, N. Crescimento da ostra *Crassostrea brasiliana* semeada sobre tabuleiro em diferentes densidades na região estuarino-lagunar de Cananéia-SP. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.27, n.2, p.163-174, 2001.

PEREIRA O.M.; HENRIQUES, M.B.; MACHADO, I.C. Estimativa da curva de crescimento da ostra *Crassostrea brasiliana* em bosques de mangue e proposta para sua extração ordenada no estuário de Cananéia, SP, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.29, n.1, p.19-28, 2003.

PIE, M.R.; RIBEIRO, R.O.; BOEGER, W.A.; OSTRENSKY, A.; FALLEIROS, R.M.; ANGELO, L. A simple PCR-RFLP method for the discrimination of native and introduced oyster species (*Crassostrea brasiliana*, *C. rhizophorae* and *C. gigas*; Bivalvia: Ostreidae) cultured in Southern Brazil. **Aquaculture Research**, v.37, n.1, p.1598-1600, 2006.

PROENÇA, C.E.M. **Plataforma do agronegócio da malacocultura**. Brasília, CNPQ/DPA/MAPA. 2001.

RAMOS, R.S.; CASTRO, A.C.L. Monitoramento das variáveis físico-químicas no cultivo de *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) no estuário de Paquatua-Alcântara/MA, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia – UFMA**, v.17, n.1, p.29-42, 2004.

RIOS, E.C. **Seashells of Brazil**. Ed. Fundação Universidade do Rio Grande. Rio Grande, 492p, 1994.

SEBRAE. **Ideias de Negócios: Criação de ostras**. Brasília, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Disponível em: www.sebrae.com.br. 2010. [Acesso: 15.abr.2011]

SIQUEIRA, K.L.F.; ARAÚJO, E.D.; PADILHA, F.F.; ARAÚJO, J.M.E. Aspectos Sanitários da água e das ostras nativas do gênero *Crassostrea* cultivadas no Rio Vaza Barris (SE). **Revista Eletrônica de Biologia**, v.3, n.2, p.76-88, 2010.

STATSOFT. **Statistica v.8.0**. Disponível em: www.statsoft.com. 2009. [Acesso: 15.abr.2011]

TURECK, C.R.; OLIVEIRA, T.M.N.; CREMER, M.J.; BREITER, R.; NEESSE, T.; TORRENS, B.M.O.; MARCUCCI, A.; AMARAL, E.B. Avaliação do crescimento em *Crassostrea gigas* (*mollusca, bivalve*) cultivada na Baía da Babitonga, litoral norte do Estado de Santa Catarina. **Revista da Univille**, v.9, n.1, p.7-26, 2004.

WAKAMATSU, T. **A ostra de Cananéia e seu cultivo**. São Paulo, Superintendência do Desenvolvimento do Litoral Paulista/Instituto Oceanográfico, USP, 141p., 1973.

ZAMORA, A.; HERNÁNDEZ, M.L.S.; ARANDA, D.A. Ciclo gonádico del ostión americano *Crassostrea virginica* (Lamellibranchia: Ostreidae) en Mecoacán, Tabasco, México. **International Journal of Tropical Biology and Conservation**, v.51, n.4, p.109-117, 2003.